

Análisis de la recarga directa de precipitación a los acuíferos. Caso de estudio: Acuífero de las Águilas



Máster Universitario en Gestión Sostenible y
Tecnologías del Agua

Trabajo Fin de Máster

Autor:

Juan Antonio Vaca Tobar

Tutor/es:

Nuria Boluda Botella

Miguel Fernández Mejuto

Octubre 2020



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Diputación de Alicante por la apertura para el desarrollo de la investigación, así como a su área de Ciclo Hídrico y especialmente a mi tutor Miguel Fernández Mejuto por su colaboración y apoyo brindado en todo momento para realizar el presente Trabajo de Fin de Master.

A mis profesores, gracias por el empeño mostrado durante los momentos difíciles, pero sobre todo por tener la vocación para formarnos como profesionales.

Dedicatoria:

A mi esposa, por su determinación, respaldo y amor incondicional para culminar este sueño.

A mi familia, quienes en todo momento con su cariño han estado a mi lado a lo largo de esta meta siendo un pilar fundamental para lograr mis objetivos.

Citas:

“La montaña más alta y más difícil es siempre la que llevamos dentro. Porque somos nosotros los que creamos nuestras montañas y el deseo de superarlas”

Walter Bonatti

Resumen

El Acuífero de Las Águilas, se encuentra ubicado en una de las regiones más áridas de Alicante (España) y su recurso agua es usado principalmente para abastecimiento. Inicialmente se extrajeron volúmenes elevados que sobreexplotaron el acuífero, situación que se ha revertido desde comienzos de este siglo. Actualmente posee dos sondeos para extracción de agua con una media de 42.000 m³/año, lo que está permitiendo una relativa recuperación de niveles.

En el presente trabajo se ha realizado un modelo de recarga directa de precipitación, por un método de balance de agua en el suelo, del sector del acuífero de Las Águilas que, al menos para los niveles actuales, está desconectado del sector San Pascual. Para llevar a cabo este modelo se utilizaron series diarias y mensuales de temperatura(t), precipitación(P), empleadas para realizar la simulación de datos en la aplicación Recarga Natural a los Acuíferos 3.0 (RENATA). Los resultados de la modelización recomiendan la utilización de series de datos diarias, para mantener los parámetros del modelo en valores que representen la realidad física del área estudiada. Asimismo, el modelo ha permitido evaluar dos escenarios de cambio en las temperaturas y cambio en la torrencialidad de las precipitaciones, que resultan de interés ante situaciones de cambio climático.

Este trabajo se encuadra en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6: (Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos) y 13: (Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos). El modelo, junto a las simulaciones de escenarios realizadas tienen por objeto proporcionar herramientas, que en este caso quedan a disposición del Área de Ciclo Hídrico de la Diputación de Alicante, para analizar la sostenibilidad y resiliencia de los abastecimientos de agua, especialmente ante escenarios de cambio climático. Los escenarios de cambio climático fueron seleccionados a partir de los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Palabras Clave: Acuífero de Las Águilas, RENATA, torrencialidad, cambio climático, balance de agua en el suelo, escasez, recarga, ODS, IPCC.

Abstract

The Las Águilas aquifer is located in one of the most arid regions of Alicante (Spain) and its water resource is used mainly for supply. Initially, high volumes were extracted that overexploited the aquifer, a situation that has been reversed since the beginning of this century. It currently has two wells for water extraction with an average of 42,000 m³/year, which is allowing a relative recovery of levels.

In the present work, a model of direct precipitation recharge has been carried out by a method of water balance in the soil of the Las Águilas aquifer sector, which, at least for current levels, is disconnected from the San Pascual sector. To carry out this model, daily and monthly series of temperature (t), precipitation (P) were used, used to simulate data in the Natural Recharge to Aquifers 3.0 (RENATA) application. The results of the modeling recommend the use of daily data series, to maintain the model parameters at values that represent the physical reality of the studied area. Likewise, the model has made it possible to evaluate two scenarios of change in temperatures and change in the torrentiality of rainfall, which are of interest in situations of climate change.

This work is framed in Sustainable Development Goals (SDG) number 6: (Guarantee the availability of water and its sustainable management and sanitation for all) and 13: (Adopt urgent measures to combat climate change and its effects). The model, together with the scenario simulations carried out, are intended to provide tools, which in this case are made available to the Water Cycle Area of the Alicante Provincial Council, to analyze the sustainability and resilience of water supplies, especially in the face of scenarios of climate change. The climate change scenarios were selected from the reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Key Words: Las Águilas Aquifer, RENATA, torrentiality, climate change, soil water balance, scarcity, recharge, SDG, IPCC.

Índice de contenido

1. Introducción.....	1
1.1 Marco teórico.....	3
1.1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	3
1.1.1.1. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos (objetivo 6)	3
1.1.1.2. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (objetivo 13)	4
1.1.2 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)	5
1.1.3 Aplicaciones para modelización de recarga de un acuífero	7
1.1.3.1 Tratamiento y Gestión de Series Temporales Hidrológicas 2. (TRASERO).....	7
a) Estudio climático	8
• Método de Thornthwaite	8
• Método de Hargreaves.....	10
• Método de Blaney-Criddle	11
b) Análisis estadístico descriptivo	12
1.1.3.2 Recarga Natural a los Acuíferos 3.0 (RENATA)	13
a) Cálculo de la infiltración, evapotranspiración real y lluvia útil	13
b) Escorrentía superficial e infiltración	15
2. Objetivos.....	16
2.1 Objetivo general	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. Metodología	17
3.1 Descripción del área de estudio.....	17
3.1.1 Características geológicas e hidrogeológicas.....	18

3.1.2 Comportamiento piezométrico	19
3.2 Tratamiento de series	20
3.3 Modelización de series	21
3.3.1 Sectores climáticos	22
3.3.2 Sectores suelo	22
3.3.3 Infiltración	23
4. Resultados	24
4.1. Tratamiento de series de datos.....	24
• Método de Thornthwaite	24
• Método de Hargreaves.....	26
• Método de Blaney-Criddle	28
4.2. Modelización de series	31
5. Discusión.....	33
5.1. Tratamiento y modelización de series	33
5.2. Modelización de series con variación de temperatura y precipitación	34
6. Conclusiones.....	39
7. Bibliografía y referencias	41
8. Anexos	46

Índice de figuras

Figura 1. Lluvia vs Escorrentía	15
Figura 2. Esquema hidrogeológico sintético del acuífero de la sierra de Las Águilas	19
Figura 3. Evolución piezométrica durante el periodo 2001-2017 en los sondeos. 20	
Figura 4. Sector suelo	22
Figura 5. Infiltración	24
Figura 6. ETP Thornthwaite diaria	25
Figura 7. ETP Thornthwaite mensual	26
Figura 8. ETP Hargreaves diaria	27
Figura 9. ETP Hargreaves mensual.....	28
Figura 10. ET _o Blaney-Criddle diaria.....	29
Figura 11. ET _o Blaney-Criddle mensual.....	30
Figura 12 Comparación de series de acuerdo método de cálculo de ETP	31
Figura 13. Precipitación vs Infiltración series diarias y mensuales.....	32
Figura 14. Resumen de resultados que muestra las series simuladas de precipitación, recarga (periodo 2001-2018) y recarga (escenario de aumento de temperatura)	36
Figura 15. Resumen de resultados que muestra las series simuladas de precipitación (con aumento de torrencialidad), recarga (periodo 2001-2018) y recarga (escenario de aumento de temperatura y de torrencialidad)	38

Índice de tablas

Tabla 1. Evapotranspiración potencial.....	9
Tabla 2. Ubicación de puntos de bombeo acuífero de Las Águilas.....	17
Tabla 3. Características del sector suelo	23
Tabla 4. Comparación de series de acuerdo método de cálculo de ETP.....	30
Tabla 5. Precipitación vs Infiltración series diarias y mensuales.....	32
Tabla 6. Resumen de simulación con aumento de Temperatura a 0,5 °C	34
Tabla 7. Variación de infiltración de acuerdo a la temperatura	35
Tabla 8 Resumen de simulación con aumento de Temperatura a 0,5 °C	37
Tabla 9. Variación de infiltración de acuerdo a la temperatura y precipitación.....	37

1. Introducción

El agua representa un elemento fundamental para el desarrollo de la vida, así como para el desarrollo de poblaciones y actividades económicas. En torno a este recurso se han generado medios, tanto para su obtención como para canalización, hacia sectores en los que necesite de este preciado recurso. La captación de aguas subterráneas presentes en acuíferos es un proceso que se posiciona como estratégico. Un acuífero es aquel estrato o formación geológica que, permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades. (Custodio & Llamas, 1983).

Estas estructuras geológicas se encuentran clasificadas según sus características litológicas, es decir de acuerdo a las rocas que los componen y su permeabilidad. Otra clasificación es realizada en base a las presiones hidrostáticas, se toma en cuenta si el acuífero se encuentra en contacto con condiciones superficiales, como la presión atmosférica, o si la estructura está bajo una presión mayor a la atmosférica.

La explotación sostenible de estas fuentes de agua debe realizarse de manera técnica, planificada a largo plazo en base al valor estratégico del recurso, evitando el agotamiento de las reservas y consecuencias para los usuarios o terceros. Para ello, es fundamental la cuantificación precisa de los recursos de entrada en el acuífero, tanto a escala de media interanual como para eventos concretos de precipitación. Es favorable establecer la detección de eventos de sequía que permitan activar con anticipación, planes de explotación ante este tipo situaciones de emergencia. (MITECO Ministerio de Medio Ambiente-España, 1998)

De manera que, el aprovechamiento sostenible de los acuíferos, debe determinar los volúmenes de agua que pueden ser explotados, para lo cual es necesario conocer la respuesta del acuífero a diferentes ciclos climáticos, los cuales corresponden a escalas de variaciones con fluctuaciones diarias, estacionales y anuales. En el caso de los ciclos diarios, se percibe el calentamiento o enfriamiento alternando en días y noches, su comportamiento es representado por curvas con oscilación repetitiva y suave (sinusoidal). En estos procesos inciden condiciones atmosféricas provocadas por masas de aire, altitud, latitud, humedad, nubosidad y velocidad del viento. Para el ciclo anual se evidencian incidencias provocadas por la radiación solar en las estaciones climáticas (verano - calor e invierno - frío), su

intensidad depende de factores como la latitud. (Oliveira M.J., 2017). Los acuíferos tienen una importante capacidad de regulación natural, lo que hace que desde el punto de vista de la estimación de los recursos sea necesario modelar a escalas temporales diarias o mensuales, mientras que la gestión de los mismos se plantea a escalas mensuales, anuales o interanuales en el caso de acuíferos de mayor tamaño.

Los ciclos climáticos sufren variaciones debidas a procesos naturales o antropogénicos que pueden ser persistentes durante largos períodos de tiempo. Cuando estos son producidos por causas antropogénicas nos referimos a ellos con el término Cambio Climático. En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se define a este fenómeno como: *“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”* (IPCC, 2013).

En el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Naciones Unidas, 2014), se analizaron las causas del aumento del nivel del mar, retrocesos glaciares y se efectuaron cálculos de emisiones de CO₂, buscando alternativas para alcanzar un calentamiento global menor a 2°C, concluyendo que el calentamiento global es un proceso real donde las actividades humanas son las principales causantes.

En la presente investigación se pretende aplicar una metodología para analizar la recarga en el Acuífero de Las Águilas, mediante aplicaciones para el modelamiento matemático de la zona no saturada de los acuíferos, y estimar los efectos que varios escenarios de cambio climático podrían tener sobre la misma. Estas metodologías son fundamentales para la planificación de gestión sostenible de los recursos hídricos, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como para aumentar la resiliencia frente a los efectos del Cambio Climático.

1.1 Marco teórico

1.1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Gestados en la conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2012 en Rio de Janeiro como una opción hacia una transición a la sostenibilidad donde 193 países incluyendo a España se comprometieron con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), planteados con un periodo máximo de cumplimiento hasta el año 2030. Los ODS están interrelacionados entre sí y buscan principalmente alcanzar metas específicas para la existencia de igualdad entre las personas, garantizar la prosperidad, así como conservar el planeta. Para el presente estudio se identificaron dos objetivos relacionados con el enfoque del mismo, se describen a continuación:

1.1.1.1. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos (objetivo 6)

Alrededor del planeta para millones de personas es complicado acceder a servicios básicos relacionados a este recurso, debido a un reparto inadecuado y al tratamiento ineficiente de descargas a cuerpos de agua. La ONU indica que para el año 2050 alrededor del 25% de la población mundial vivirá en un país afectado por escasez crónica de agua dulce, este porcentaje aumentará y afectará en gran medida a los países más pobres del mundo.

Se estima que alrededor del 70% de las aguas extraídas de los ríos, lagos y acuíferos son utilizadas en riego y más de 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria, por lo que las Naciones Unidas han establecido este objetivo planteando varias metas que deben efectuarse hasta el año 2030. De acuerdo al documento emitido por la (ONU, 2015) y al enfoque de la presente investigación, las siguientes metas se encuentran relacionadas:

6.4 *“Aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”.*

6.6 *“Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”.*

6.a *“Ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización”.*

6.b *“Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento”.*

El segundo objetivo que se tomó como referencia en la investigación es:

1.1.1.2. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (objetivo 13)

La comunidad internacional se comprometió mediante el Acuerdo de París en la Conferencia sobre el Cambio Climático COP 21, en limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 °C, proporcionando una guía de acciones climáticas para reducir emisiones, además de crear la resiliencia para hacer frente al cambio climático, que afecta a todo el planeta provocando un impacto negativo, no solo en la parte medioambiental sino también en la parte social y económica. En abril de 2018 ratificaron el Acuerdo de París 175 países, de los cuales 10 países en desarrollo presentaron una primera versión de planes nacionales de adaptación frente al cambio climático.

Expertos en el Cambio Climático han determinado que desde el año 1880 hasta el 2012, la temperatura media mundial aumentó 0,85 °C produciendo una reducción en producción de alimentos (cereales), así como el aumento del nivel del mar, deshielo de glaciares y aumento de temperatura en cuerpos de agua. Particularmente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) desde el año 2000 hasta el 2010 fueron mayores en relación a tres décadas anteriores. De acuerdo al documento emitido por la ONU, (2019) y al enfoque de la presente investigación las siguientes metas se encuentran relacionadas:

13.2 *“Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales”.*

13.3 *“Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana”.*

13.b *“Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas”.*

1.1.2 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)

Conocido por sus siglas en inglés como IPCC, fue creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Suministra información científica desarrollada y recopilada por expertos en impactos, adaptación y la vulnerabilidad, así como la mitigación del cambio climático. Esta información es recibida por científicos de cada país, los cuales dan apoyo a sus gobiernos para, en base a estos datos, establecer políticas climáticas.

En 2008, en el documento técnico *“El cambio climático y el agua”* elaborado por el IPCC, se describen varios tipos de afectaciones futuras sobre el medio ambiente y las fuentes de agua subterráneas, la investigación prevé que existan cambios en la evapotranspiración, precipitación, balances hídricos de escorrentía, humedad de suelo, así como un aumento de salinización de acuíferos.

No es trivial determinar cuál será el efecto del cambio climático sobre los acuíferos. Por una parte, el aumento de las temperaturas, con el consiguiente aumento de la evapotranspiración, y el descenso de los volúmenes totales de precipitación causarían un descenso de la recarga. Por otra parte, el aumento de la torrencialidad podría aumentar la recarga en aquellas zonas con alta capacidad de infiltración, y probablemente, disminuirla en aquellas áreas con suelos menos permeables. Existe también la posibilidad de que, a causa del cambio climático, aumente la salinización en aguas subterráneas poco profundas por el aumento de la evapotranspiración.

En el caso de los acuíferos aluviales se producirán recargas relacionadas a crecidas e inundaciones y en sectores de nivel freático alto existirá un aumento de la recarga. De igual manera, podrían producirse cambios de distribución temporal en precipitaciones, como ya

se observa en regiones mediterráneas, desplazando episodios de recarga tradicionalmente concentrados al comienzo del otoño y primavera a otros meses del año. A causa del cambio climático aumentará el nivel del mar por lo que se podrán producir impactos por intrusión marina en acuíferos costeros.

En definitiva, el IPCC pronostica impactos en los costos de abastecimiento de agua, concretamente en áreas con estrés hídrico a causa de la demanda y de la disponibilidad de agua, e incrementaría a la par el desarrollo e implementación de tecnologías de desalación. El recurso subterráneo podrá verse afectado por el aumento de temperatura, evotranspiración, por modificaciones en la cantidad y reparto de las precipitaciones, por las fluctuaciones del nivel del mar y por los efectos en la recarga de todos estos factores:

“El caudal de base de las aguas subterráneas y el nivel de los acuíferos están en función de la temperatura, de la precipitación y del volumen extraído, disminuyendo en los escenarios más secos o en los que el volumen extraído es mayor, y aumentando en los más húmedos. En algunos casos, hay un desplazamiento de los caudales de base, que aumentarían en invierno y disminuirían en primavera y a comienzos del verano. El aumento de la evotranspiración y del volumen de agua subterránea extraída en regiones semiáridas y áridas de América del Norte podría ocasionar la salinización de acuíferos poco profundos”. (IPCC, 2008)

En base a la guía resumida, el informe especial del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5°C y las sendas de emisión relacionadas, aprobada en 2018, enfocado en bases físicas, impactos y adaptación, así como mitigación de cambio climático es posible que:

- El calentamiento global provocado por la humanidad, debido a emisiones de GEI hasta el año 2017 alcanzaba cerca de 1°C sobre el nivel preindustrial (1850–1900) aumentando a un ritmo de 0,2°C por década, siendo heterogénea la variación de acuerdo a la región.
- De mantenerse el ritmo de emisiones se produciría un aumento de temperatura de 1,5°C entre 2030 y 2052.
- Para disminuir este proceso, las emisiones netas de CO₂ deberían reducirse a cero en torno al 2050, evitando que se rebase el límite (overshooting).
- En caso de superar los 1,5 °C, los riesgos aumentarían para disponibilidad de agua, alimentos, afectando a la ganadería, salud, economía y ecosistemas. El Mediterráneo

presenta alta vulnerabilidad al cambio climático, la escorrentia disminuiría casi mitad con 2°C (-17%) produciéndose un riesgo sustancial de sequía en la región.

En relación al Informe especial sobre cambio climático, desertificación, degradación de la tierra, gestión sostenible de la tierra, seguridad alimentaria y flujos de GEI en ecosistemas terrestres (IPCC, 2020). Se evaluaron los impactos climáticos provocados por factores antropogénicos que han generado aumento de climas secos y una disminución de los climas polares. A causa del aumento de temperatura se producirán climas cálidos en regiones tropicales, generando que las zonas climáticas se desplacen a latitudes medias o altas, en regiones de mayor elevación el deshielo del permafrost.

A causa de las emisiones de GEI, la frecuencia e intensidad de las sequías podría aumentar en el Mediterráneo, el suelo seco favorece las olas de calor que incrementarán su frecuencia, intensidad y duración, produciendo una evapotranspiración reducida. Esto provoca que el agua disponible para riego sea redistribuida, afectando gradientes de temperatura, presión, humedad, influyendo también en vientos regionales, la advección y convección de la humedad, la temperatura, así como la precipitación.

Algunas de las posibles repuestas ante los efectos del cambio climático podrían presentar efectos secundarios debido a que algunos ODS pueden contraponerse. La gestión integrada del agua direccionada a la agricultura, evita la salinización o acidificación del suelo implementando prácticas con tecnologías que promuevan el uso y riego de agua eficiente en zonas áridas o semiáridas, así como fomentar la disponibilidad de agua. Estos procesos permitirían mermar el agotamiento de fuentes de agua como acuíferos, previniendo su sobreexplotación.

1.1.3 Aplicaciones para modelización de recarga de un acuífero

Para el presente trabajo, se emplearon dos aplicaciones especializadas para la modelización de la recarga de un acuífero, mediante el tratamiento de datos y la simulación de los mismos, dichas aplicaciones se describen a continuación:

1.1.3.1 Tratamiento y Gestión de Series Temporales Hidrológicas 2. (TRASERO)

Aplicación diseñada por la Diputación de Alicante enfocada al tratamiento de series hidrológicas para efectuar análisis climáticos, estudio de sequías, tendencias de clima, así

como la determinación de recarga natural en acuíferos y generación sintética de escurrimientos. Automatiza herramientas estadísticas y matemáticas utilizadas para el tratamiento de análisis y obtención de resultados de series hidrológicas, como de climatológicas.

a) Estudio climático

Esta herramienta permite calcular la evapotranspiración (ET), que es el proceso por el cual un área pierde agua por evaporación o transpiración de los cultivos presentes en dicha área. Este cálculo es complejo al estar afectado por factores climáticos (radiación, temperatura, humedad, viento), características del suelo y cultivos. Para evaluar la evapotranspiración que realmente se produce en una zona bajo unas determinadas condiciones se parte del concepto evapotranspiración potencial (ETP) o, con el término casi equivalente y más actualizado a las recomendaciones de la FAO (FAO, 2006) la cual indica que la evapotranspiración de referencia, de acuerdo a la definición clásica de Thornthwaite es la cantidad de agua evaporada en una extensión cubierta por vegetación en crecimiento, si en el suelo existe suficiente humedad para dicha vegetación. También, se puede entender la ETP como la demanda evaporativa de la atmósfera. En la presente investigación se calculó la ETP utilizando los siguientes métodos en la aplicación TRASERO.

- **Método de Thornthwaite**

Este método es uno de los más antiguos sin embargo sigue siendo fiable, calcula la evapotranspiración del mes i sin ajustar e_i , a partir de:

$$e_i = \left(\frac{10t_i}{I} \right)^a \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

e_i : Evapotranspiración del mes i sin ajustar en mm.

t_i : Temperatura media mensual en °C.

I : Índice de calor anual.

a Exponente empírico, función de I .

$$a=0.000000675 \cdot P^3 - 0.0000771 \cdot P^2 \cdot 0.49239 \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

$$I = \sum_{i=1}^{12} i_i \text{ Ecuación 3}$$

Siendo i_i Índice de calor mensual.

Calculado por medio de:

$$i_i = \left(\frac{t_i}{5}\right)^{1.515} \text{ Ecuación 4}$$

A temperatura media superior de 26,5 °C, se calcula la evapotranspiración potencial sin ajustar a través de la Tabla 1.

Tabla 1. Evapotranspiración potencial

Temperatura media mensual en °C	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0
Evaporación del mes i sin ajustar en mm	135.0	139.5	143.7	147.8	151.7	155.4	158.9	162.1	165.2	168.0	170.7	173.1	175.3	177.2	179.0	180.5	181.8	182.9	183.7	184.3	184.7	184.9	185.0	185.0

Fuente: (FAO, 2006)

En el caso de precisar datos más amplios es necesario realizar conversión de datos mensuales a diarios. La evapotranspiración potencial mensual o diaria (ETP_i) se obtiene según:

$$ETP_i = K_i e_i \text{ Ecuación 5}$$

Donde:

K_i , Factor de corrección calculado de acuerdo al periodo:

$$\text{Datos diarios } K_i = \frac{N_i}{12} \text{ Ecuación 6}$$

$$\text{Datos mensuales } K_i = \frac{D_i}{30} \times \frac{N_i}{12} \text{ Ecuación 7}$$

Siendo:

D_i , Número de días del mes

N_i , Número máximo de horas de sol de acuerdo a la latitud. El N_i está dado por:

$$N_i = \frac{2}{15} W \quad \text{Ecuación 8}$$

W, Ángulo horario, en grados, puede ser calculado por:

$$W = \arccos(-\tan(\phi) \tan(d)) \quad \text{Ecuación 9}$$

ϕ , Latitud en grados

d, Declinación, en grados, calculado mediante:

$$d = 23.45 \cdot \sin[0.9863 \cdot (284 + n)] \quad \text{Ecuación 10}$$

Siendo **n**, los días del año desde el 1 de enero.

- **Método de Hargreaves**

Calcula la evapotranspiración potencial diaria ETP_i utilizando la siguiente Ecuación:

$$ETP_i = 0,0135(t_i + 17,78)R_s \quad \text{Ecuación 11}$$

ETP_i , Evapotranspiración potencial diaria, en mm.

t_i , Temperatura media diaria, en °C.

R_s , Radiación solar incidente diaria, en mm.d⁻¹.

La obtención de radiación solar incidente se realiza mediante la expresión de Samani:

$$R_s = R_o KT (t_i^{max} - t_i^{min})^{0.5} \quad \text{Ecuación 12}$$

R_o , Radiación solar extraterrestre diaria. Es la que se recibe sobre una superficie situada en el límite superior de la atmósfera en MJulios/m²/día.

KT, Coeficiente empírico que depende de la presión atmosférica. Este método recomienda utilizar un $KT=0,162$ para regiones del interior y un $KT=0,19$ para regiones costeras

t_i^{max} , Temperatura diaria máxima, en °C.

t_i^{min} , Temperatura diaria mínima, en °C.

La radiación solar extraterrestre puede calcularse mediante la ecuación:

$$R_o = 37,59d_{t-s}(0,01745w \operatorname{sen}(\phi)\operatorname{sen}(d) + \cos(\phi) \cos(d) \operatorname{sen}(w)) \quad \text{Ecuación 13}$$

d_{t-s} , distancia relativa entre el Sol y la Tierra, siendo:

$$d_{t-s} = 1 + 0,033\cos(2\pi\frac{n}{365}) \quad \text{Ecuación 14}$$

n , días del año, contado desde el 1 de enero.

w , ángulo horario

d , declinación solar, en grados

ϕ , latitud, en grados

- **Método de Blaney-Criddle**

Calcula la ETP empleando la Ecuación 15:

$$ETP_i = (0,4572t_i + 0,128)P_i \quad \text{Ecuación 15}$$

ETP_i , Evapotranspiración potencial en mm.

t_i , Temperatura media en °C.

P_i , Porcentaje de horas de luz en relación al total anual

$$P_i = \frac{N_i}{\sum_{j=1}^{365} N_j} 100 \quad \text{Ecuación 16}$$

Para datos mensuales se calcula considerando el día 15 del mes dividido para el número total de días que tiene el mes que corresponde. N_i , Número máximo de horas de sol en el día i . Phelan realizó una modificación a la ecuación de Blaney-Criddle introduciendo un coeficiente de corrección (K_i) para la temperatura.

$$K_i = 0,03144t_i + 0,2396 \quad \text{Ecuación 17}$$

ETP corregida por el coeficiente de Phelan:

$$ETP_i = K_i(0,4572t_i + 0,128)P_i \quad \text{Ecuación 18}$$

b) Análisis estadístico descriptivo

El estudio estadístico se realiza sobre una serie de datos o en las relaciones entre varias series de datos. Las utilidades estadísticas de la aplicación brindan varias opciones, sin embargo, para el tratamiento de datos con TRASERO se optó por el análisis simple donde se tomaron en cuenta los siguientes parámetros estadísticos:

- **Media aritmética.** - Representa el valor medio ponderado de la serie de datos.

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Ecuación 20}$$

x_m , Media aritmética.

x_i , Valor de la variable i .

n , Número total de datos existentes.

- **Media anual.** - Representa la media anual de la serie de datos, independientemente del número de datos. Sólo tiene sentido cuando el tipo de datos es discreto, como la precipitación, en caso contrario la media anual coincide con la media. Para obtenerla se utiliza la siguiente expresión:

$$x_m^a = \frac{365x_m}{\Delta t} \quad \text{Ecuación 21}$$

x_m^a , Media anual

Δt , Intervalo de tiempo al que se le asigna cada valor de la serie

- **Máximo y mínimo.** - Corresponde al valor máximo y mínimo de la serie de datos.
- **Varianza.** - Representa el promedio de la diferencia entre los valores y la media.

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n-1} \quad \text{Ecuación 22}$$

- **Desviación típica.** - La desviación típica (S_x) es la raíz cuadrada de la varianza.

$$S_x = \sqrt{S_x^2} \quad \text{Ecuación 23}$$

1.1.3.2 Recarga Natural a los Acuíferos 3.0 (RENATA)

Aplicación diseñada por la Diputación de Alicante, destinada al cálculo de la recarga de agua de acuíferos de acuerdo a procesos producidos en el suelo. Esta herramienta permite optimizar el uso del agua y por tanto la sostenibilidad medioambiental. Para este proceso se determinaron dimensiones en la malla georeferenciada con coordenadas UTM en un intervalo de tiempo. Los datos obtenidos a partir de estos cálculos se expresan en $\text{mm}(\text{L}/\text{m}^2)$.

Se ingresaron y modificaron series temporales editadas en TRASERO e importadas a RENATA. Posteriormente se definieron sectores en el plano.

- Sectores climáticos, asociados con pluviometría y evapotranspiración potencial.
- Sectores de suelo, corresponden al límite inferior de la capacidad de campo (CC), límite superior de la capacidad de almacenamiento usado para Thornthwaite modificado por Girard y al umbral de escorrentía. Para calcular la infiltración fue necesario zonificar los sectores de riego, tomando en cuenta retornos de riego y para el regadío la dotación (m^3/ha), con lapso mensual aplicando un porcentaje de retorno.

El cálculo de las intersecciones se efectuó entre los sectores climáticos, de suelo y de riego, sus resultantes son una serie temporal de infiltración, retorno de riego, así como las series de evapotranspiración real, lluvia útil y escorrentía superficial. Estos resultados forman series temporales asociadas a intersecciones resultantes, los resultados de las intersecciones son representados en mapas y valores, exportables a un modelo de flujo.

a) Cálculo de la infiltración, evapotranspiración real y lluvia útil

Serán determinadas en base a las series de ETP, calculadas previamente en TRASERO con los métodos Thornthwaite, Hargreaves y Blaney-Criddle. A partir de un modelo de balance de tipo Thornthwaite con las modificaciones de G. Girard (DPA, 2012), se calculó la evapotranspiración real (ETR), también conocida como efectiva, que representa el volumen de agua devuelto a la atmósfera por evapotranspiración (ET) de un suelo en condiciones “reales”, es decir, que cuenta con cierta cobertura vegetal para la cual el abastecimiento de agua es limitado. También se obtiene la lluvia útil (LLU) este término hace referencia a la precipitación que o bien infiltra en el suelo, y se infiltra hacia el acuífero si excede la capacidad de almacenamiento de este, o bien se convierte en escorrentía superficial,

dependiendo de la intensidad de la lluvia. Para determinar la ETR y LLU Thornthwaite plantea para cada periodo i un balance del suelo, de acuerdo a:

$$P_i = ETR_i + LLU_i + \Delta R_i \quad \text{Ecuación 24}$$

P_i , precipitación (mm).

ETR_i , evapotranspiración real.

LLU_i , lluvia útil.

ΔR_i , incremento de la reserva de agua en el suelo utilizable por las plantas (mm).

Para realizar el balance del suelo de acuerdo a la Ecuación 24 es necesario tener presente las siguientes consideraciones:

- $ETR_i \leq ETP_i$
- La capacidad de campo (CC) depende de la litología y espesor del suelo.

En el caso de contar con agua suficiente, será prioridad cubrir necesidades de ETR_i hasta su límite (ETP_i), para así aumentar la cantidad de agua acopiada en el suelo hasta alcanzar la CC del medio. El excedente de agua, una vez cubiertas las demandas de ETP_i y CC, integra la LLU_i .

RENATA incluye una variante al método de Thornthwaite realizada por Girard (denominada en el software como Thornthwaite modificado), debido a que se adapta de mejor manera a los procesos naturales. Thornthwaite modificado toma en cuenta el excedente de agua proveniente de la precipitación, que se almacena en el suelo de dos maneras. La primera, en el caso de que el agua almacenada en el periodo (R_{i-1}) sea menor a R_{MIN} , el exceso de precipitación ($EX_i = P_i - ETR_i$) se acumula en su totalidad.

En caso de que el R_{i-1} se encuentre en un rango entre R_{MIN} y un valor máximo R_{MAX} , EX_i se divide entre el aumento de la reserva en el suelo y para LLU_i . Este proceso se realiza de acuerdo a:

$$LLU_i = \text{Max}(R_{i-1} + P_i - R_{Max}^0) + \Delta R_i \frac{(2RBA_i + \Delta R_i)}{2(R_{Max} - R_{Min})} \quad \text{Ecuación 25}$$

Siendo:

$$RBA_i = \max(R_{Min}, R_{i-1}) - R_{Min} \quad \text{Ecuación 26}$$

$$\Delta R_i = \max(0, (RHA_i - RBA_i)) \quad \text{Ecuación 27}$$

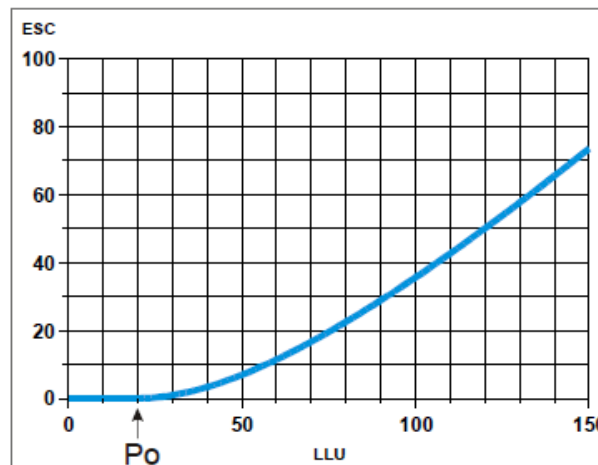
Siendo:

$$RHA_i = \text{Min} \left((R_{i-1} + P_i), R_{\text{Max}} \right) - R_{\text{Min}} \quad \text{Ecuación 28}$$

El aumento de la reserva (ΔR_i), si $R_{\text{MIN}} = R_{\text{MAX}}$, el balance se realiza según el método tradicional de Thornthwaite.

b) Escorrentía superficial e infiltración

La LLU_i abarca dos elementos como son la escorrentía (ESC_i) e infiltración (INF_i), se separan empleando el método del número de curva (NC) del Soil Conservation Service. Este método parte de la parametrización del territorio según el NC, o del umbral de escorrentía (P_o), que es un parámetro equivalente al primero, pero con más sentido físico, el mismo permite estimar la escorrentía superficial de una cuenca a partir de los volúmenes de precipitación y el estado de humedad antecedente del suelo. El valor de este parámetro depende de factores como la litología, la pendiente y la vegetación presente en el área. En la Figura 1 se muestra la obtención de la escorrentía.



Fuente: (DPA, 2012)

Figura 1. Lluvia vs Escorrentía

$$ESC_i = \frac{(LLU_i - P_o)^2}{LLU_i + 4P_o} \quad \text{si} \quad LLU_i > P_o \quad \text{Ecuación 29}$$

$$ESC_i = 0 \quad \text{si} \quad LLU_i \leq P_o \quad \text{Ecuación 30}$$

Para calcular la infiltración de un mes específico se utilizará la siguiente Ecuación:

$$INF_i = LLU_i - ESC_i \text{ Ecuación 31}$$

En el caso del valor de P_o , su equivalencia va en relación al *número de curva* (NC) de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$P_o = \frac{5.080}{NC} - 50,80 \text{ Ecuación 32}$$

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Modelar la recarga directa de precipitación en el Acuífero de Las Águilas por medio de simulaciones realizadas con la aplicación Recarga Natural a los Acuíferos 3.0 (RENATA), para establecer las relaciones entre los ciclos climáticos y sus eventuales variaciones con la disponibilidad de recursos en el acuífero.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar la variabilidad de la recarga directa de precipitación en el Acuífero de Las Águilas.
- Determinar el método de cálculo de evapotranspiración potencial más adecuado por medio de la utilización de las aplicaciones Tratamiento y Gestión de Series Temporales Hidrológicas, TRASERO 2.0 y RENATA 3.0.
- Evaluar la representatividad de series diarias y mensuales de evapotranspiración potencial.
- Relacionar la presente investigación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Analizar la factibilidad de aplicación de la presente investigación en Ecuador de acuerdo a la información disponible en el medio.

3. Metodología

3.1 Descripción del área de estudio

Localizado dentro del Paraje Natural Municipal denominado Serra de les Àguiles i Sant Pasqual en la Provincia de Alicante, el acuífero de la Sierra de Las Águilas está delimitado por Agost al Norte, San Vicente del Raspeig al Este, Elche al Sur y Monforte del Cid al Oeste. Las pendientes de la Sierra de Las Águilas mayormente superan los 30°, en la cercanía de la Sierra, donde se encuentran ubicados algunos embalses de riego, áreas destinadas mayormente a cultivos de secano, así como el yacimiento La Pedrera y el yacimiento de la Casa de la Alcoraya.

El recurso de este acuífero antiguamente fue destinado principalmente al abastecimiento urbano, siendo fuente de agua durante siglos para varias comunidades. En 1880 se realiza la acometida de tubería entre el paraje de La Alcoraya y el barrio de San Blas proveyendo un suministro de agua continuo, permitiendo la distribución de agua en Alicante. Alrededor de una década este suministro de agua fue el único que llegaba por fuera de la ciudad de Alicante, a finales de siglo XIX debido al crecimiento poblacional que causó un aumento en la demanda de agua, se inició el proyecto de importación de agua conocido como Canal del Cid. De esta manera, al existir otro abastecimiento para Alicante, se suministró agua a Elche desde 1901 hasta aproximadamente 1960.

En la década de 1970 el Acuífero de Las Águilas se explotó por medio de sondeos agotando y secando los manantiales de La Alcoraya. Actualmente continúa aportando al abastecimiento urbano con dos sondeos de extracción de agua, contando con volúmenes de explotación compatibles con la recuperación de niveles en el acuífero. En la Tabla 2 se muestra su ubicación de las captaciones.

Tabla 2. Ubicación de puntos de bombeo acuífero de Las Águilas

Acuífero	Coordenadas UTM		Cota (msnm)
	X	Y	
Sierra de Las Águilas			
Bombeo 1 (S-1)	705710	4252209	345
Bombeo 2 (S-2)	706376	4251783	420

Fuente: (Ayuntamiento de Alicante, 2005)

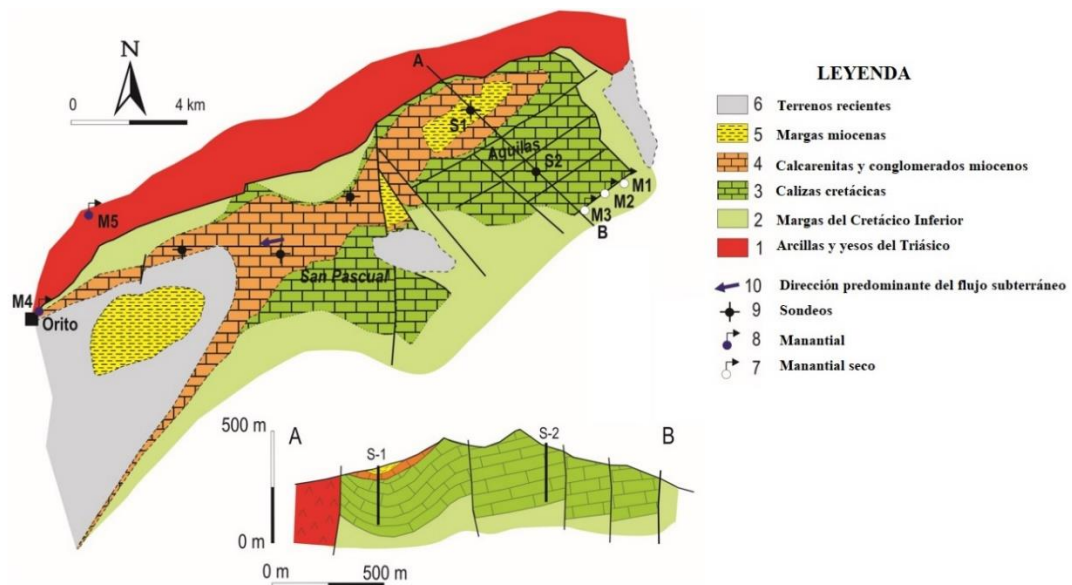
El ecosistema del área de estudio está condicionado por un clima semiárido representado por amplios ciclos de sequía, conforme a la clasificación climática de Thornthwaite (Andreu-Rodes, y otros, 2019). El clima de esta área refiere a un clima árido, mesotérmico, con poco o nada de superávit en invierno donde la precipitación a lo largo del año tiene un comportamiento bimodal, en el cual las cantidades máximas se presentan en otoño y primavera mostrando un pico máximo absoluto en el mes marzo con valores medios próximos a 40 mm, en el caso de los valores mínimos se presentan cuando las temperaturas aumentan y el clima es más cálido, principalmente en julio donde el valor mínimo absoluto varía en 3 mm.

En el caso de la vegetación, esta zona está ubicada en la parte alta de la sierra, así como en laderas prevaleciendo pequeños matorrales, arbustos y pseudoestepas, mientras que la fauna presenta gran cantidad de especies animales adaptadas a este medio como varios tipos de aves rapaces, así como aves pequeñas, mamíferos, reptiles y anfibios.

3.1.1 Características geológicas e hidrogeológicas

La sierra de Las Águilas pertenece al dominio Prebético de la Cordillera Bética, sus relieves están constituidos en torno a 250 m de espesor de calizas y calizas margosas del Cretácico. La estructura de esta sierra posee forma cóncava y en su núcleo se encuentran los materiales más jóvenes (sinclinales), esta forma es más cerrada en el relieve.

El acuífero es de tipo kárstico, en relación a las rocas que lo componen es carbonatado y su permeabilidad está relacionada con grietas y fisuras. Posee varias fallas en el eje del pliegue en dirección Norte-Sur y Noroeste-Sureste por la parte central, por lo que este sector está ligeramente más hundido y no sigue la continuidad morfológica entre los relieves del bloque de San Pascual y Las Águilas. Varias fracturas con orientación Noroeste-Sureste que aplastan los bloques. En la Figura 2 se muestra un esquema del acuífero.



Fuente: (Andreu-Rodes, y otros, 2019)

Figura 2. Esquema hidrogeológico sintético del acuífero de la sierra de Las Águilas

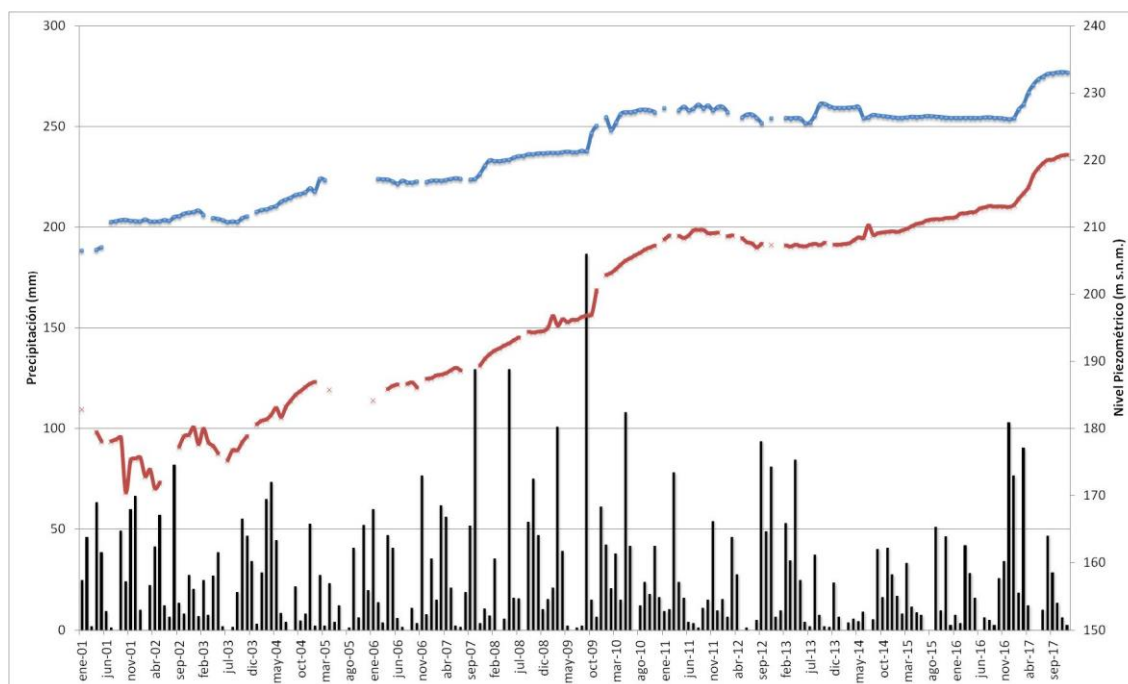
No está claro que exista continuidad hidrogeológica entre San Pascual y Las Águilas. Debido a razones estructurales es posible que exista continuidad en el acuífero en régimen natural o en situaciones piezoméricas semejantes, sin embargo, desde que se tiene registro asociado a la explotación los bloques se comportan de forma independiente. De esta forma la explotación reflejada en el agotamiento de los manantiales orientales no ha tenido efecto sobre los caudales de los manantiales occidentales ubicados en el sector San Pascual.

Es posible que a consecuencia de la compartimentación que las fallas han ocasionado en el relieve, se haya elevado el muro impermeable y por ello se encuentren independizados ambos sectores. Además, el descenso de los niveles por la explotación, que repercutió en los drenajes por manantiales, pudo ser a consecuencia de la disminución de niveles, repercutiendo en una desconexión. Por esta razón, basado en los recursos que se explotan para abastecimiento y la evaluación de los impactos que puedan tener efecto en la variación de la recarga, este trabajo limita la zona de estudio al bloque de Las Águilas.

3.1.2 Comportamiento piezométrico

Desde el año 2001 existe un seguimiento piezométrico relativamente continuo, con transición de obtención de datos manuales a datos automatizados con mayor periodicidad. De acuerdo a lo que se puede observar en la Figura 3, se evidencia que ambos piezómetros

muestran tendencias muy semejantes, aunque el nivel piezométrico absoluto es distinto, lo que se explica por la distancia entre ambos y porque el propio sector de San Pascual tiene fracturas importantes de dirección Este-Oeste que pueden dificultar la conexión hidráulica.



Fuente: (Andreu-Rodes, y otros, 2019)

En color rojo se observan el sondeo S-1, mientras que en color azul el sondeo S-2.

Figura 3. Evolución piezométrica durante el periodo 2001-2017 en los sondeos S-1 y S-2 situados en el sector de Las Águilas.

3.2 Tratamiento de series

Se han obtenido datos diarios de evapotranspiración, temperatura (máxima, media y mínima), y precipitaciones a través de consultas a la base de datos recopilada por la Diputación de Alicante referente al Acuífero de Las Águilas. Estos datos fueron compilados y posteriormente procesados, en el rango de fechas comprendido desde el 01/10/2001 hasta el 30/09/2018, definiendo como periodo de estudio los años hidrológicos de la serie, el mismo posee datos con alta representatividad dentro de los cuales se aprecian cuatro años secos, cinco años húmedos y siete años medios. Para el cálculo de evapotranspiración de referencia se utilizaron los métodos de Thornthwaite, Hargreaves, Blaney-Criddle.

Los datos del periodo 2001-2018 fueron introducidos en la aplicación “TRASERO” para agruparlos en dos tipos de series, diarias y mensuales, con la finalidad de comparar los resultados, según el tipo de intervalo de tiempo utilizado. Las series diarias suponen, en principio, mayor precisión para modelar el fenómeno, debido a que hubo más eventos en los que la P acumulada en el periodo (día) es superior a la ETP. Las series mensuales presentan el inconveniente de que, en climas áridos y semiáridos, como en el área de estudio pueden producir sistemáticamente valores mayores de ETP mensual que de P, con lo que la recarga obtenida puede ser demasiado baja o incluso nula. No obstante, algunos autores sugieren que, con el uso de modelos paramétricos, como el modelo Thornthwaite, se pueden ajustar las series con datos mensuales de forma que produzcan resultados de precisión equivalente, o incluso superior, a los modelos con series diarias.

Las series diarias son difíciles de conseguir completas, en caso de completar empleando series cercanas será menos consistente que utilizar series mensuales. Adicionalmente el fenómeno de la recarga, altamente no lineal, ocurre a escalas temporales inferiores a la diaria, por lo cual, aunque con el dato diario, aparentemente, se esté cerca de la escala temporal del fenómeno no es posible recurrir a modelos físicos, sino a paramétricos como el de Thornthwaite.

Por estos motivos, en la presente investigación se van a comparar los resultados obtenidos con series diarias y series mensuales, para determinar qué tipo de tratamiento es más adecuado en este caso y la mayor complejidad que introduce el manejo de datos diarios se justifica por la bondad de los resultados.

3.3 Modelización de series

Para proceder a realizar la modelización de datos empleando la aplicación RENATA 3.0 previamente se trataron las series para insertar capas de información suministrada por la Diputación de Alicante. La capa “Marco” es un plano del área del acuífero mientras que la capa “Recarga” es una malla, ambos archivos están georreferenciados de acuerdo al área del acuífero, esto permite identificar y seleccionar sectores. La cuadrícula de la malla consta de 20 filas por 20 columnas con un periodo de simulación establecido en días, desde el 01/01/2001 hasta el 31/12/2018. Se realiza el modelo tomando la información de dieciocho años a nivel diario y mensual. Se incorporaron las series trabajadas previamente en

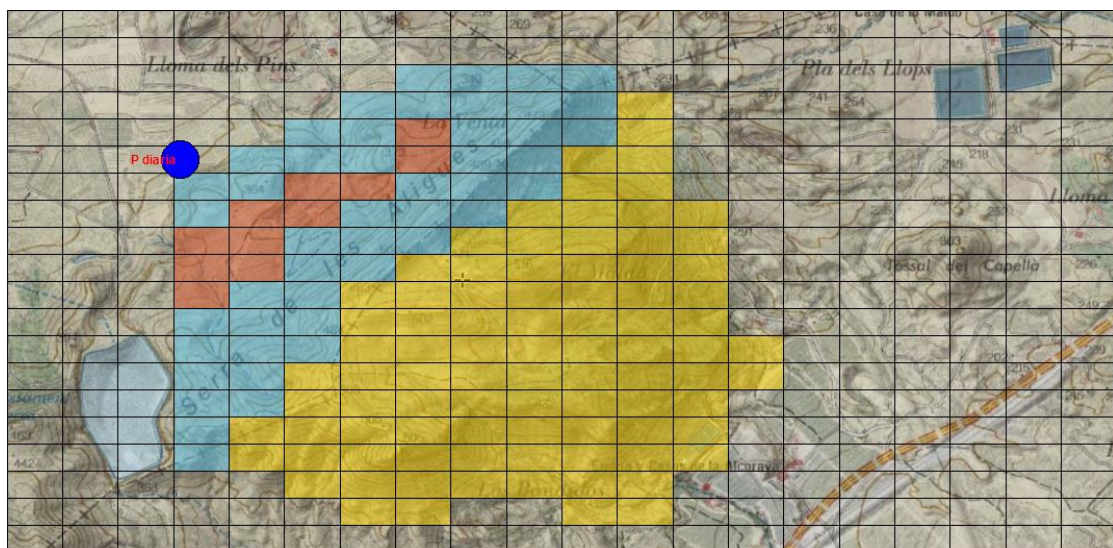
TRASERO (P, T°, ET_o). No se consideraron las dotaciones mensuales agrícolas de riego para vegetación debido a que en el área de estudio no existen cultivos en regadío.

3.3.1 Sectores climáticos

Se considera la estación Agroclimática de Agost (UTM X= 705166; Y= 4255200) debido a su cercanía a la sierra de Las Águilas y la disponibilidad de series de duración adecuada, mensuales y diarias. Los datos de esta estación, por tanto, se aplican a todas las celdas de la malla activa.

3.3.2 Sectores suelo

En este sector se establecen parámetros de retención de agua de los primeros decímetros de sustrato para lo cual se definieron en el plano 146 celdas, como áreas para el cálculo de las propiedades del sector suelo de acuerdo a la Figura 2, estableciendo en la Figura 4 los diferentes tipos de suelo existentes en el área.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Sector suelo

De acuerdo al Anexo No. 1, se describe en la Tabla 3 los valores fijados para cada tipo de suelo. Estos valores del suelo son claves, ya que serán el grupo de parámetros básicos (junto al Po) que definen el funcionamiento del modelo. Estos valores del suelo, de difícil medición,

y de aún más compleja extrapolación regional, suelen ser como en este caso, objeto de calibración. El objetivo de calibración se ha fijado observando las explotaciones. En el periodo de estudio se explota una media anual de 42.286 m³ que junto a salidas difusas por pequeños manantiales debe ser levemente inferior a la recarga anual media del acuífero, ya que esta explotación ha permitido la paulatina recuperación de los niveles. Por tanto, y a falta de más datos el objetivo de calibración se ha establecido en torno a los 44x10³ m³/año.

Tabla 3. Características del sector suelo

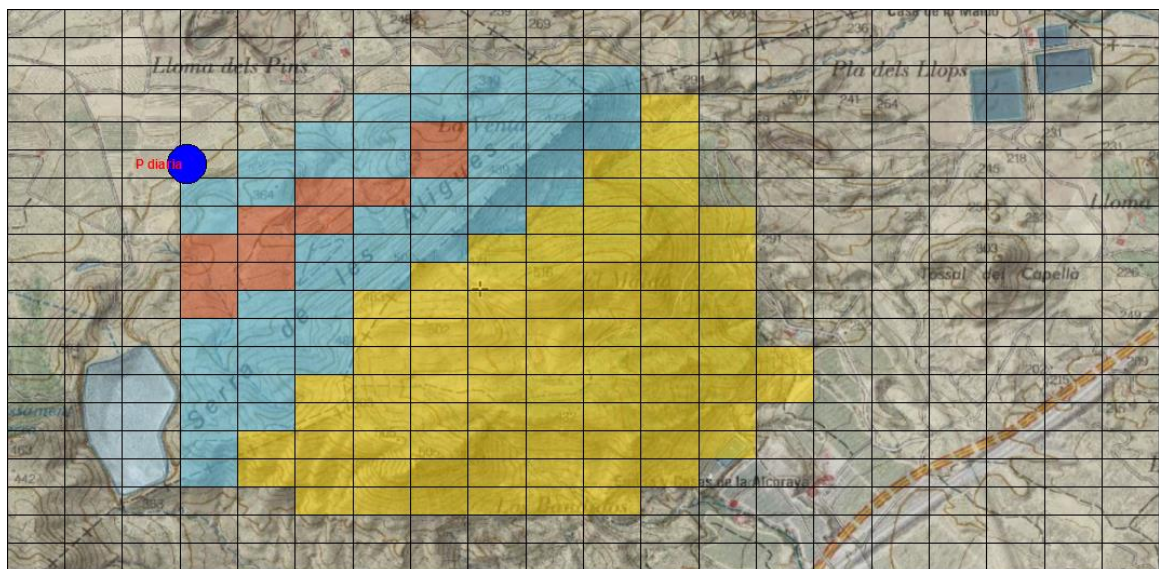
Sector Suelo	Uso del suelo	Pendiente	Límite superior de la reserva útil	Límite inferior de la reserva útil	Umbral de escorrentía (Po)	Número de Curva (NC)
Calcarenita miocena	Permeable	> = 3	35	25	25	67
Margas	Impermeable	> = 3	15	10	2	96
Caliza cretácica	Permeable	> = 3	60	50	25	67

Fuente: Elaboración propia

El otro parámetro a determinar es el Po (o alternativamente el NC), el cual fue estimado a partir de las tablas del SCS con las modificaciones de Diputación de Alicante (DPA, 2012). Se definieron límites de reserva útil de acuerdo a la permeabilidad del uso de suelo, así como de la pendiente. En el caso del Po y NC se empleó el Anexo No. 1.

3.3.3 Infiltración

Por medio de la aplicación se simuló la recarga por medio de un modelo de balance hídrico, de tipo Thornwaite modificado, calculando las series simuladas de evapotranspiración real (ETR), Lluvia útil (LLU), Infiltración a acuífero o recarga (INF) y escorrentía superficial (ESC). En la Figura 5 representado en color azul claro la Intersección 1, en color amarillo la Intersección 2 y en color naranja la Intersección 3. Estas tres zonas representan áreas con los mismos datos de entrada y los mismos parámetros. El resultado de cada zona es el de multiplicar los resultados obtenidos con estas series en una de las celdas por el número de celdas del mismo tipo. Para los datos del acuífero completo es necesario agregar los resultados de las tres zonas.



Fuente: Elaboración propia

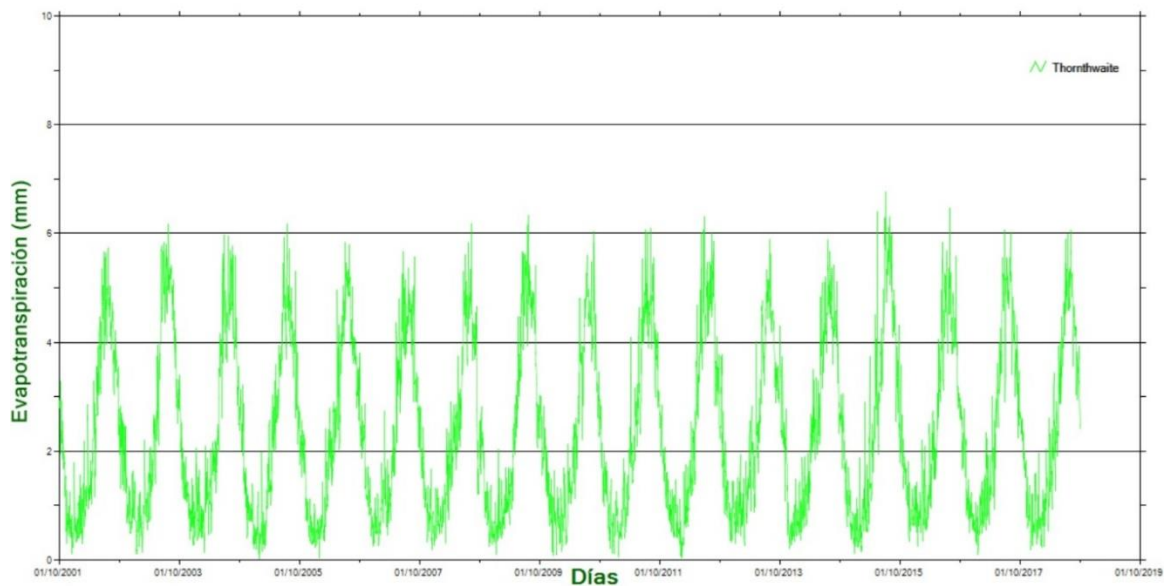
Figura 5. Infiltración

4. Resultados

4.1. Tratamiento de series de datos

Mediante la aplicación TRASERO se efectuó el tratamiento de series, para este proceso se utilizaron los métodos descritos a continuación:

- **Método de Thornthwaite:** Se empleó la serie de temperatura media diaria y temperatura media mensual. En la Figura 6, que representa la ETP diaria calculada por Thornthwaite, el valor de evapotranspiración mínimo fue 0,01 mm mientras que el máximo 6,76 mm, presentó además una media de 2,35mm (70,5 mm/mes), una media anual de 858,04 mm, una varianza 2,50 mm y una desviación típica de 1,58 mm.

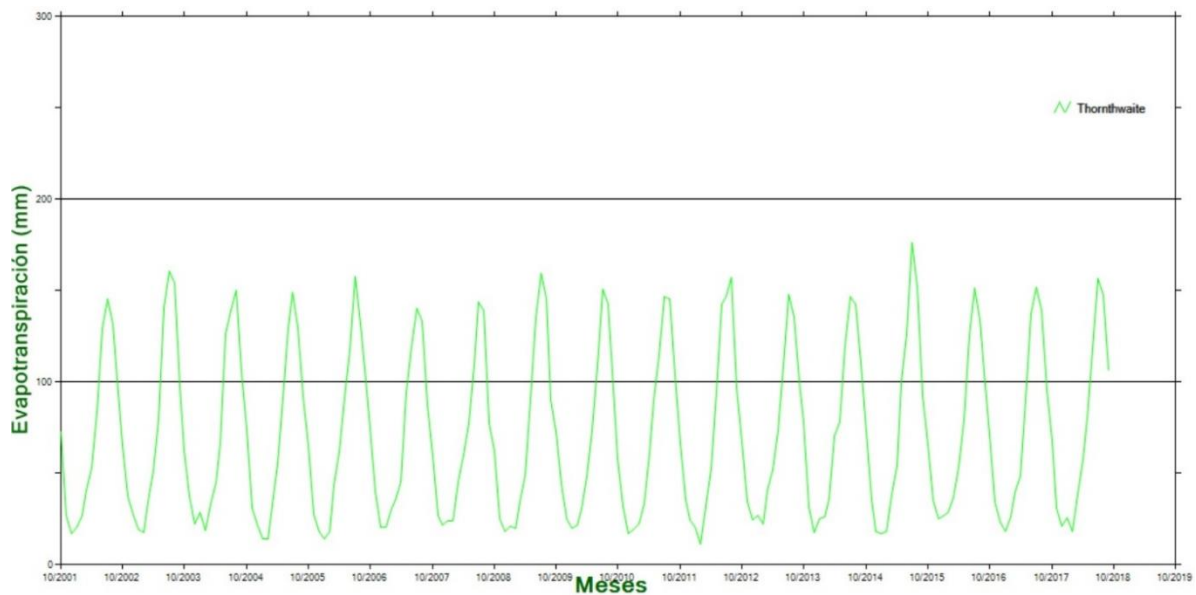


Fuente: Elaboración propia

Figura 6. ETP Thornthwaite diaria

Los valores son cíclicos identificándose claramente que el periodo 2015-2016 presenta cambios relevantes, observándose picos pronunciadamente altos de ETP a diferencia del resto de periodos, además de un fenómeno de elevado valor que concentra los valores máximos en la serie, las variaciones sugieren incrementos puntuales. En general los ciclos no presentan mayor variabilidad y sus datos se encuentran dentro del mismo rango.

La Figura 7 corresponde a la serie mensual donde el valor de evapotranspiración mínimo fue 10,82 mm mientras que el máximo 175,97 mm, presentó además una media de 71,12 mm, una media anual de 853,44 mm, una varianza 2175,23 mm y una desviación típica de 46,64 mm.

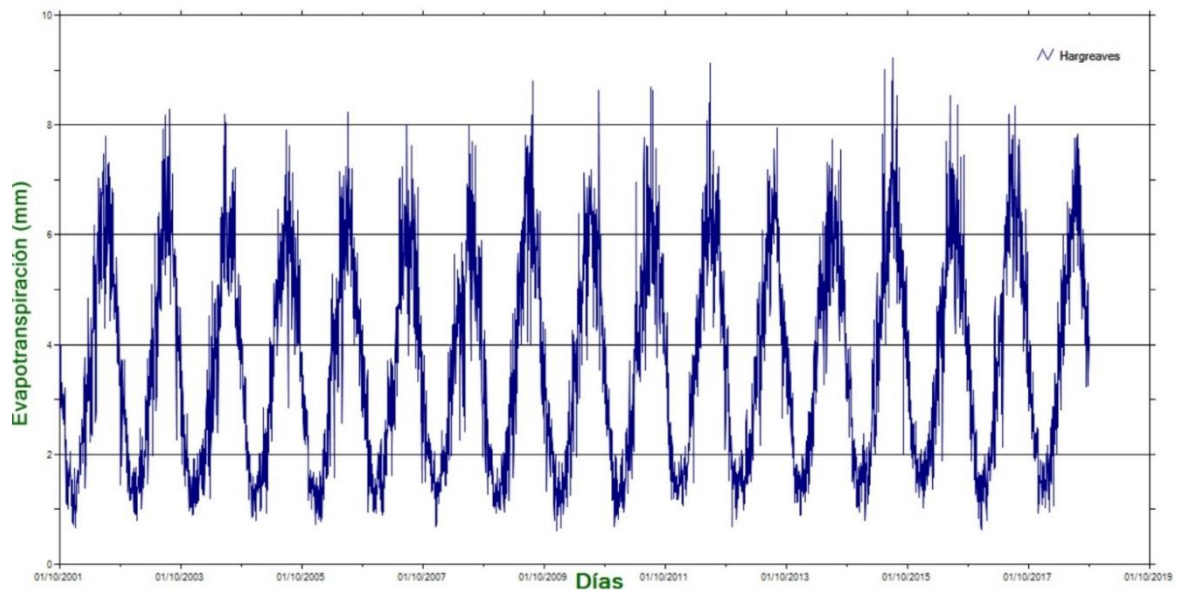


Fuente: Elaboración propia

Figura 7. ETP Thornthwaite mensual

La serie mensual de Thornthwaite establece que el periodo 2007-2009, y la primera mitad del 2014-2015 fueron irregulares. En el resto de periodos se observa mayor simetría en las curvas mientras que en la transición de 2011-2012 existió una gran caída en la ETP.

- **Método de Hargreaves:** Se utilizaron series diarias y mensuales de temperaturas mínimas y máximas, aplicando para la obtención de radiación solar incidente de Samani un coeficiente de 0,19, valor referente a región costera. La Figura 8 para las series diarias el valor de evapotranspiración mínimo fue 0,6 mm mientras que el máximo 9,23 mm, presentó además una media de 3,67 mm (110 mm/mes), una media anual de 1340,48 mm, una varianza 3,45 mm y una desviación típica de 1,86 mm.

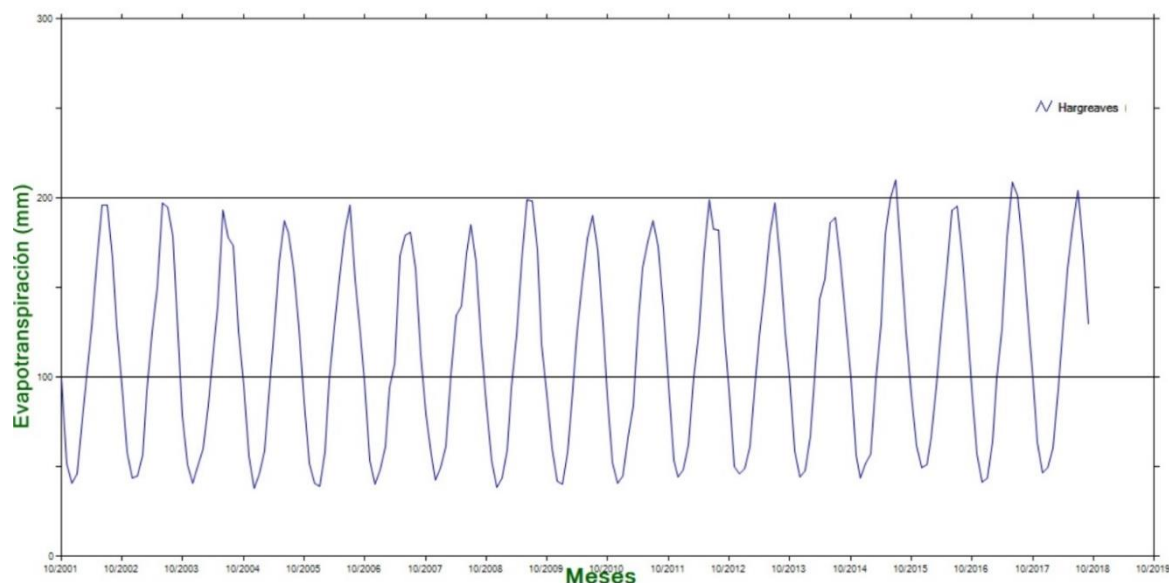


Fuente: Elaboración propia

Figura 8. ETP Hargreaves diaria

La serie de Hargreaves diaria muestra al periodo 2014-2015 como un escenario en el que se presentaron gran cantidad de variaciones, en su primera mitad con valores elevados no proporcionales mientras que en la segunda mitad se presentan los mayores valores de todos los ciclos representados en la Figura 8. Se presentan mayor cantidad de eventos en las primeras mitades de los periodos comprendidos desde 2008,2010,2013 y 2017, destaca la primera mitad del 2017-2018 donde se observa gran inestabilidad.

La Figura 9 muestra la serie mensual, con un valor de evapotranspiración mínimo de 37,87 mm mientras que el máximo fue de 210,15 mm, presentó además una media de 112,82 mm, una media anual de 1353,89 mm, una varianza 2864,52 mm y una desviación típica de 53,52 mm.

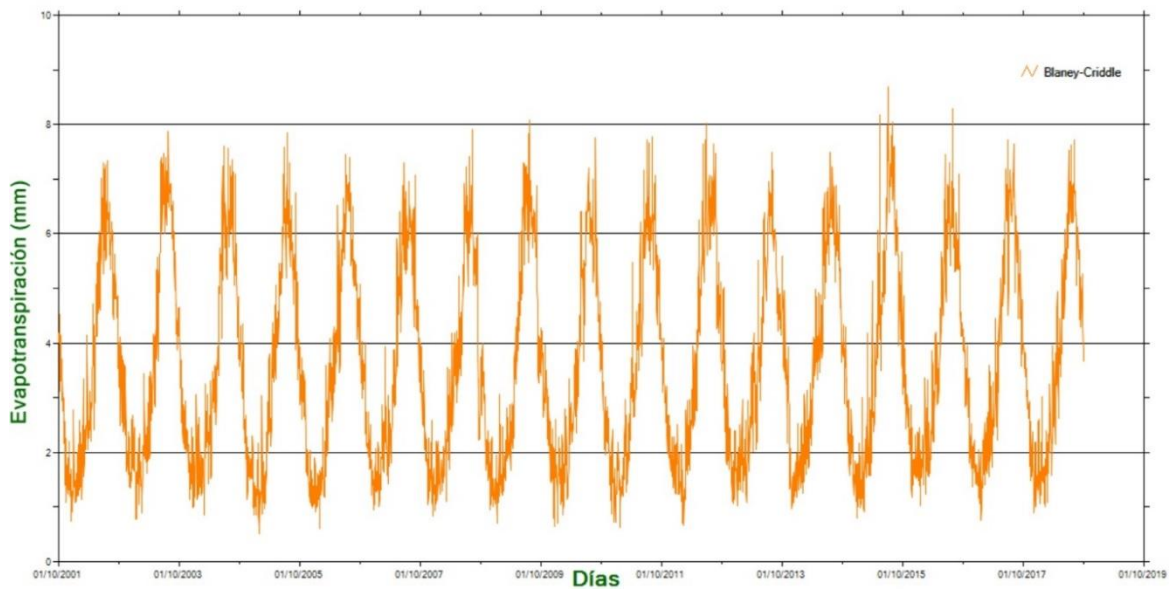


Fuente: Elaboración propia

Figura 9. ETP Hargreaves mensual

Hargreaves mensual presenta periodos mayormente simétricos sobresaliendo 2014-2015 y 2016-2017 como aquellos en los que se presentan valores elevados. En 2007-2009, 2012-2013 además de 2014-2015 son periodos relevantes debido a las variaciones de ETP.

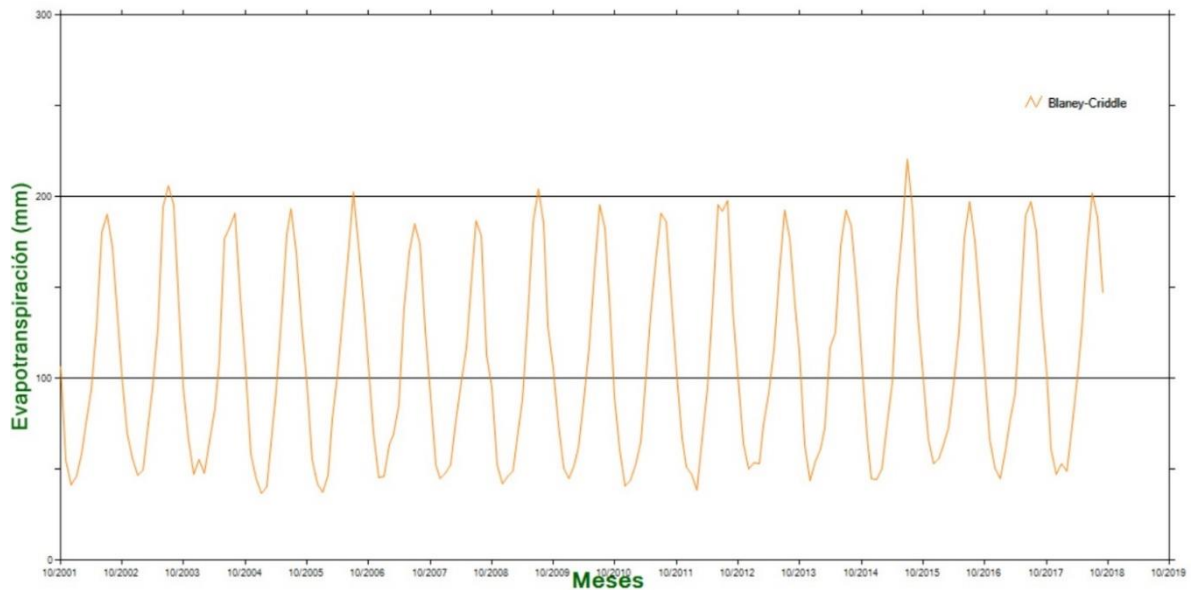
- **Método de Blaney-Criddle:** Aplicando este método se calculó la ETP de referencia. **ETP de Referencia (ET_o):** Se utilizó la series diarias y mensuales de temperatura mínima, además de emplearse la corrección de Phelan. La Figura 10 referente a la media diaria, el valor de evapotranspiración mínimo fue 0,51 mm mientras que el máximo 8,69 mm, presentó además una media de 3,58mm (107,4 mm/mes), una media anual de 1305,60 mm, una varianza 3,38 mm y una desviación típica de 1,84mm. La ET_o diaria muestra los valores máximos en el período 2015-2016, mientras que 2007-2008 es el periodo que cuenta con valores más bajos en la serie, así como 2005-2006, 2010- 2011 y 2014-2015 indican gran variabilidad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. ET_0 Blaney-Criddle diaria

En la Figura 11 se muestra la media mensual, el valor de evapotranspiración mínimo fue 36,64 mm mientras que el máximo 220,54 mm, presentó además una media mensual de 107,98 mm, una media anual de 1295,73 mm, una varianza 2840,88 mm y una desviación típica de 53,30 mm. La ET_0 mensual se aprecia como el período con valores bajos 2007-2009 y el que tiene valores máximos 2015-2016, en 2003-2004, 2012-2013 las transiciones de periodo son un tanto accidentadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. ET₀ Blaney-Criddle mensual

En la tabla 4 a partir de las ETPs generadas empleando los tres métodos, se analizó la diferencia entre los valores, mostrando Thornwaite tanto en series diarias como mensuales los valores más bajos, mientras que Hargreaves y Blaney-Criddle refirieron valores semejantes con la diferencia de que Hargreaves presentó picos más pronunciados.

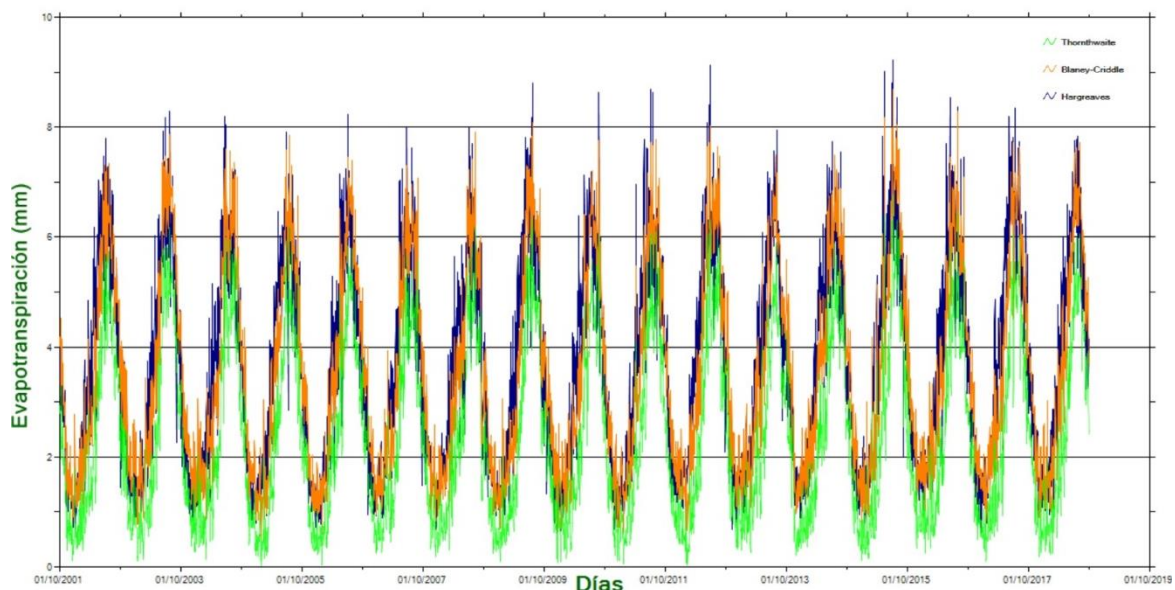
Tabla 4. Comparación de series de acuerdo método de cálculo de ETP

Métodos ETP	Thornwaite		Hargreaves		Blaney-Criddle	
	Diario (mm)	Mensual (mm)	Diario (mm)	Mensual (mm)	Diario (mm)	Mensual (mm)
Media	2,35	71,12	3,67	112,82	3,58	107,98
Media Anual	858,04	853,44	1340,48	1353,89	1305,60	1295,73
Mínimo	0,01	10,82	0,6	37,87	0,51	36,64
Máximo	6,76	175,97	9,23	210,15	8,69	220,54
Varianza	2,50	2175,23	3,45	2864,52	3,38	2840,88
Desviación típica	1,58	46,64	1,86	53,52	1,84	53,30

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestran valores diarios de los resultados de las series de ETPs, superpuestos de acuerdo a cada método, se observa que la serie de Thornwaite en color verde

permanece en los valores mínimos mientras que las series de Blaney-Criddle en naranja y Hargreaves en azul poseen valores similares en la parte superior.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Comparación de series de acuerdo método de cálculo de ETP

4.2. Modelización de series

En relación a los valores asignados al tipo de suelo detallados en la Tabla 3, por medio de la aplicación RENATA, se desarrolló el modelo de recarga del Acuífero de Las Águilas, los datos arrojados por el software fueron zonificados en tres intersecciones y detallados en el Anexo No. 3 para datos diarios y en el Anexo No. 4 para datos mensuales. Los parámetros del modelo se ajustaron para la serie diaria con el horizonte de recarga anual media de 0,044 hm³. Los parámetros obtenidos para el suelo resultan “razonables” para el tipo de materiales presentes, la vegetación existente y los valores tradicionalmente empleados.

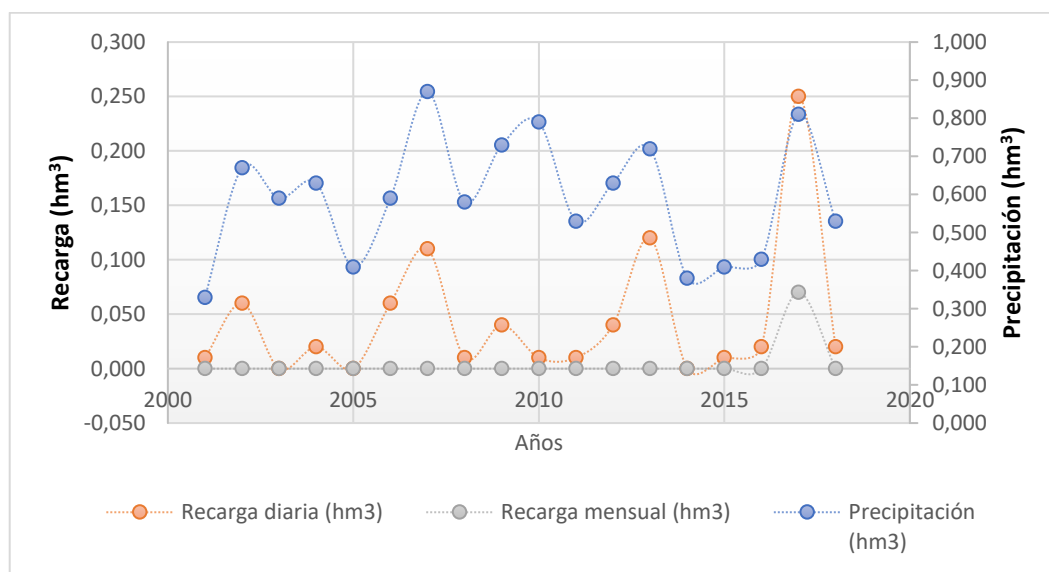
En la Tabla 5 se resumen los valores para recarga del acuífero con series diarias con una media anual de 0,044 hm³ y el resultado de simulación para series mensuales con los mismos valores de los parámetros, que, como cabe esperar por el efecto de la agregación, producen resultados muy inferiores del orden de 0,004 hm³/año.

Tabla 5. Precipitación vs Infiltración series diarias y mensuales

Año	Serie diaria		Serie mensual	
	Precipitación (hm ³)	Infiltración (hm ³)	Precipitación (hm ³)	Infiltración (hm ³)
2001	0,330	0,010	0,330	0,000
2002	0,670	0,060	0,670	0,000
2003	0,590	0,000	0,590	0,000
2004	0,630	0,020	0,630	0,000
2005	0,410	0,000	0,410	0,000
2006	0,590	0,060	0,590	0,000
2007	0,870	0,110	0,870	0,000
2008	0,580	0,010	0,580	0,000
2009	0,730	0,040	0,730	0,000
2010	0,790	0,010	0,790	0,000
2011	0,530	0,010	0,530	0,000
2012	0,630	0,040	0,630	0,000
2013	0,720	0,120	0,720	0,000
2014	0,380	0,000	0,380	0,000
2015	0,410	0,010	0,410	0,000
2016	0,430	0,020	0,430	0,000
2017	0,810	0,250	0,810	0,070
2018	0,530	0,020	0,530	0,000
Total	10,630	0,790	10,630	0,070
Media Anual	0,591	0,044	0,591	0,004

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se indica en color azul la precipitación para periodo diario y mensual, en color naranja para la recarga, con serie diaria la cual posee gran variabilidad a lo largo del periodo de estudio mientras que en color gris se aprecia la recarga con serie mensual donde únicamente es representado un gran evento de recarga.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Precipitación vs Infiltración series diarias y mensuales

5. Discusión

5.1. Tratamiento y modelización de series

En los métodos aplicados se advierte la existencia de ciclos de ETP que inician ascensionalmente llegando a su pico más alto, como es lógico, en los meses de junio, julio, agosto (verano) y decayendo al valle en puntos más bajos en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (otoño e invierno). En algunos años se observan comportamientos un tanto más abruptos debido a situaciones meteorológicas anómalas para la estación, lo que es parte de la variabilidad climática natural. Sobresale como el pico más alto y pronunciado en el ciclo 2015-2016 siendo este el año más cálido, mientras que en año más fresco es 2006-2007 debido a que sus valores son los menores en relación al resto de periodos en las series tratadas. La primera mitad de 2014 muestra un año complejo con gran cantidad de variaciones.

A partir de la Tabla 4 se analizaron los métodos utilizados, sin embargo, la FAO recomienda el método Penman–Monteith para calcular la ETo y validar otros modelos basados en temperatura. Debido a la carencia de variables climáticas disponibles para la aplicación de este método (límite de radiación solar global, humedad del aire y velocidad del viento), el método de Hargreaves representa un modelo empírico eficaz a escala local que requiere menos variables de entrada. (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998). De manera que se estableció como método a emplear en la simulación Hargreaves debido a que se adapta de mejor manera al medio en el que se realiza el estudio.

La explotación media anual para el periodo 2001-2017 fue de 42.286 m³ (ver Anexo No. 2). A partir de este valor el modelo a simular con RENATA fue configurado para obtener una recarga algo mayor debido a que el acuífero en el último año presentó una ligera recuperación. Para realizar este proceso, en la aplicación se calibraron los límites de la reserva útil de acuerdo a las características del suelo (margas-impermeables, calcarenitas miocenas-semipermeables y calizas cretácicas-permeables) asignando valores en la Tabla 3 para ajustar la recarga tanto en series diarias como en mensuales.

El valor de estos parámetros de almacenamiento resultó muy alto para las series mensuales, por tanto, se efectuó una calibración específica para las series diarias. Para estas lograr la recarga objetivo requiere “forzar” excesivamente los parámetros, prácticamente eliminando

la capacidad de retención de agua en el suelo. Estos valores son conceptualmente incompatibles con la presencia de vegetación, que se constata en la zona estudiada.

Según esto se resolvió fijar valores de suelo en series diarias para generar una recarga de 45625 m³ y realizar extrapolaciones para escenarios de cambio climático con un modelo que represente mejor el sistema físico.

5.2. Modelización de series con variación de temperatura y precipitación

Empleando las series diarias recopiladas por la Diputación de Alicante para el periodo 2001-2018, se generaron dos escenarios de acuerdo a lo que pronostica el IPCC para 2030. Para este proceso se emplearon los datos de presión y temperatura del 2001-2018 asumiendo con fines investigativos que estos valores reemplazan los valores del periodo 2019-2036. En el primer escenario se pretendió determinar cómo variaría la recarga si la precipitación es la misma y únicamente la temperatura aumenta, para lo cual se alteró la media anual de la serie de temperatura a partir de 2020 en 0,05 °C hasta alcanzar en 2030 los 0,5 °C manteniéndose estable esta variación de temperatura hasta el final de la serie. Con la variación de temperatura se obtuvo una nueva ETP de Hargreaves a ser empleada en RENATA. En la Tabla 6 se muestran los valores generados en esta simulación.

Tabla 6. Resumen de simulación con aumento de Temperatura a 0,5 °C

Año	Precipitación (hm3)	ETP (hm3)	ETR (hm3)	LLU (hm3)	Infiltración (hm3)
2001	0,330	0,430	0,230	0,020	0,010
2002	0,670	3,060	0,670	0,070	0,060
2003	0,590	2,940	0,540	0,000	0,000
2004	0,630	2,880	0,580	0,030	0,020
2005	0,410	2,900	0,410	0,000	0,000
2006	0,590	2,930	0,460	0,080	0,060
2007	0,870	2,850	0,730	0,130	0,110
2008	0,580	2,870	0,560	0,020	0,010
2009	0,730	3,050	0,630	0,060	0,040
2010	0,790	2,920	0,800	0,010	0,010
2011	0,530	2,990	0,530	0,010	0,010
2012	0,630	3,080	0,540	0,060	0,040
2013	0,720	3,000	0,570	0,130	0,110
2014	0,380	3,030	0,350	0,000	0,000
2015	0,410	3,180	0,410	0,020	0,010
2016	0,430	3,070	0,350	0,030	0,020
2017	0,810	3,190	0,490	0,330	0,250
2018	0,530	2,630	0,490	0,020	0,020
Total	10,630	51,000	9,340	1,020	0,780
Media Anual	0,591	2,833	0,519	0,057	0,043

Fuente: Elaboración propia

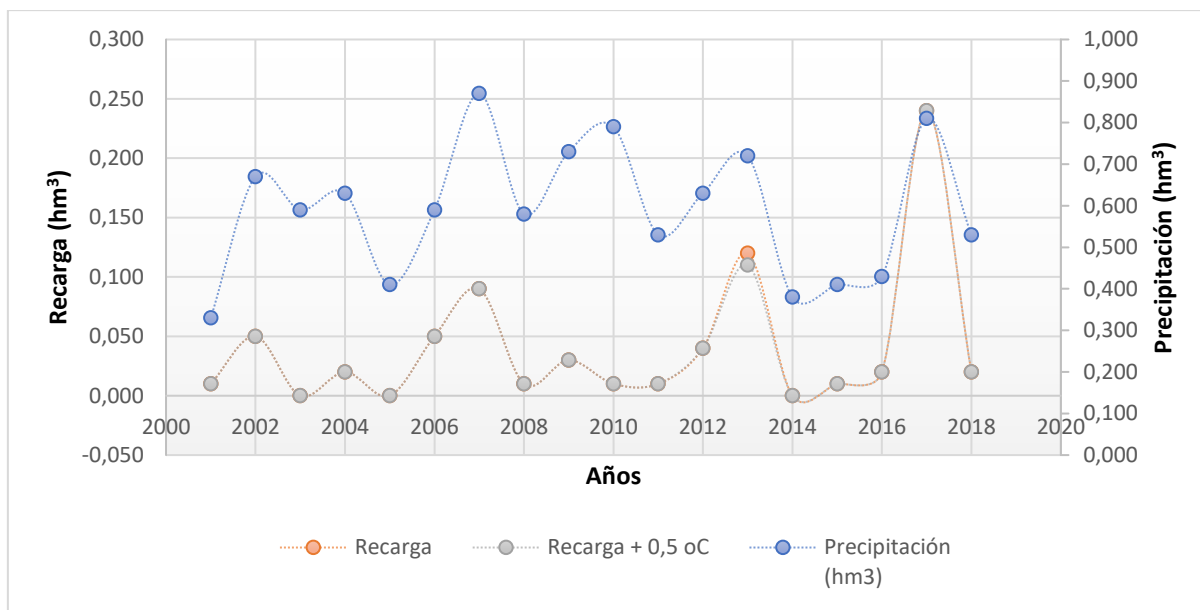
En la Tabla 7 se observa que al aumentar la media anual de temperatura en 0,05 °C la infiltración decrece en 1, 27 % en el total, esto supondría una reducción de un volumen de 0,0005574 hm³ en la media anual de la recarga.

Tabla 7. Variación de infiltración de acuerdo a la temperatura

Año	Serie diaria + T° normal		Serie diaria + 0,5 °C	
	Precipitación (hm3)	Infiltración (hm3)	Precipitación (hm3)	Infiltración (hm3)
2001	0,330	0,010	0,330	0,010
2002	0,670	0,060	0,670	0,060
2003	0,590	0,000	0,590	0,000
2004	0,630	0,020	0,630	0,020
2005	0,410	0,000	0,410	0,000
2006	0,590	0,060	0,590	0,060
2007	0,870	0,110	0,870	0,110
2008	0,580	0,010	0,580	0,010
2009	0,730	0,040	0,730	0,040
2010	0,790	0,010	0,790	0,010
2011	0,530	0,010	0,530	0,010
2012	0,630	0,040	0,630	0,040
2013	0,720	0,120	0,720	0,110
2014	0,380	0,000	0,380	0,000
2015	0,410	0,010	0,410	0,010
2016	0,430	0,020	0,430	0,020
2017	0,810	0,250	0,810	0,250
2018	0,530	0,020	0,530	0,020
Total	10,630	0,790	10,630	0,780
Media Anual	0,591	0,044	0,591	0,043

Fuente: Elaboración propia

La Figura 14 representa los datos de la Tabla 8, en color azul la precipitación del periodo de estudio, en color naranja la recarga sin variación, que presenta un gran evento al final de la serie, en tanto que en color gris se muestra la recarga, con aumento de temperatura donde se evidencia la reducción de la misma.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Resumen de resultados que muestra las series simuladas de precipitación, recarga (periodo 2001-2018) y recarga (escenario de aumento de temperatura)

Para el segundo escenario se buscó determinar la variación de la recarga en el caso que la temperatura aumente y en la precipitación, la torrencialidad aumente sin variar el volumen. Para este proceso se utilizó la serie de ETP con aumento de temperatura y se modificó la serie de precipitación, para lo cual se efectuó la suma de dos eventos cercanos de precipitación obteniendo un evento de mayor volumen manteniendo el valor total en la serie, además de reducir la cantidad de eventos. Se trata de una simulación, aplicada sin unas estimaciones precisas sobre cómo puede producirse el cambio en la torrencialidad, sin embargo, puede permitir una primera aproximación al orden de magnitud del efecto de cambios en la estructura de precipitación y de lo que podrían producir. En la Tabla 8 se muestran los valores generados en esta simulación.

Tabla 8 Resumen de simulación con aumento de Temperatura a 0,5 °C
y variación de Torrencialidad

Año	Precipitación (hm3)	ETP (hm3)	ETR (hm3)	LLU (hm3)	Infiltración (hm3)
2001	0,320	0,430	0,230	0,030	0,020
2002	0,690	3,060	0,670	0,070	0,060
2003	0,590	2,940	0,560	0,000	0,000
2004	0,640	2,880	0,580	0,030	0,020
2005	0,410	2,900	0,430	0,000	0,000
2006	0,590	2,930	0,490	0,080	0,070
2007	0,870	2,850	0,730	0,140	0,120
2008	0,560	2,870	0,560	0,020	0,010
2009	0,740	3,050	0,610	0,080	0,060
2010	0,800	2,920	0,790	0,020	0,020
2011	0,530	2,990	0,520	0,010	0,010
2012	0,620	3,080	0,560	0,050	0,030
2013	0,710	3,000	0,570	0,120	0,100
2014	0,380	3,030	0,360	0,000	0,000
2015	0,400	3,180	0,380	0,040	0,030
2016	0,430	3,070	0,360	0,020	0,020
2017	0,810	3,190	0,460	0,340	0,250
2018	0,530	2,630	0,480	0,030	0,020
Total	10,620	51,000	9,340	1,080	0,840
Media Anual	0,590	2,833	0,519	0,060	0,047

Fuente: Elaboración propia

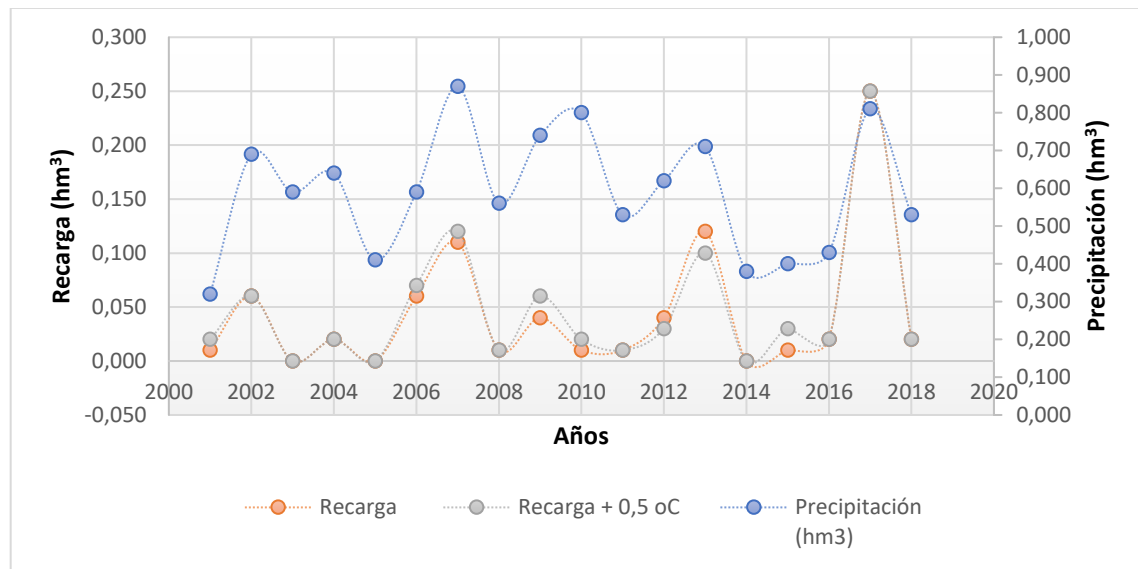
La Tabla 9 muestra que al aumentar la media anual de temperatura en 0,05 °C y variar la torrencialidad en la precipitación, la infiltración aumenta un 6,32% suponiendo un aumento en la media anual del volumen de recarga de 0,0027 hm³.

Tabla 9. Variación de infiltración de acuerdo a la temperatura y precipitación

Año	Serie diaria + T° normal		Torrencialidad + 0,5 oC	
	Precipitación (hm3)	Infiltración (hm3)	Precipitación (hm3)	Infiltración (hm3)
2001	0,330	0,010	0,320	0,020
2002	0,670	0,060	0,690	0,060
2003	0,590	0,000	0,590	0,000
2004	0,630	0,020	0,640	0,020
2005	0,410	0,000	0,410	0,000
2006	0,590	0,060	0,590	0,070
2007	0,870	0,110	0,870	0,120
2008	0,580	0,010	0,560	0,010
2009	0,730	0,040	0,740	0,060
2010	0,790	0,010	0,800	0,020
2011	0,530	0,010	0,530	0,010
2012	0,630	0,040	0,620	0,030
2013	0,720	0,120	0,710	0,100
2014	0,380	0,000	0,380	0,000
2015	0,410	0,010	0,400	0,030
2016	0,430	0,020	0,430	0,020
2017	0,810	0,250	0,810	0,250
2018	0,530	0,020	0,530	0,020
Total	10,630	0,790	10,620	0,840
Media Anual	0,591	0,044	0,590	0,047

Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 muestra en color azul la precipitación con aumento en la torrencialidad del periodo de estudio, en color naranja la recarga sin variación que presenta un gran evento al final de la serie, en tanto que en color gris se muestra la recarga con aumento de temperatura y torrencialidad donde se evidencia el aumento en la recarga y la variación de la misma a lo largo de la serie.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Resumen de resultados que muestra las series simuladas de precipitación (con aumento de torrencialidad), recarga (periodo 2001-2018) y recarga (escenario de aumento de temperatura y de torrencialidad)

Resultados similares se presentan en el estudio de (Thomas, Behrangi, & Famiglietti, 2016) sobre los cambios en la intensidad de la precipitación, manifiesta que debido a que una región es árida, los cambios en la intensidad de las precipitaciones alteran la recarga, pequeños cambios en la intensidad de la precipitación resultan ser cambios magnificados en la recarga de agua subterránea. Así mismo (Colmet-Daage, y otros, 2018), señalan que las precipitaciones diarias extremas podrían aumentar debido al cambio climático, mostrando un aumento en la precipitación diaria extrema. (Llasat-Botija, 2020) indica que proyecciones futuras apuntan al aumento de lluvias intensas en la Europa Mediterránea debido al cambio climático. Por otro lado (Taylor, y otros, 2013), establecen que un signo inequívoco del calentamiento global es el aumento en la intensidad de los eventos de lluvias fuertes. La relación entre la lluvia y la recarga está sesgada a eventos de lluvias intensivas que favorecen la recarga.

6. Conclusiones

- Por medio de la aplicación TRASERO se realizó la comparación de ETPs obtenidas mediante varios métodos, lo que permitió evidenciar la diferencia de valores en cada uno de ellos. En el caso de Thornthwaite mostró valores de ETP bajos en relación a las otras metodologías, mientras que Blaney-Criddle y Hargreaves presentaron valores similares, sin embargo, destacan algunos eventos en la ETP en Hargreaves reflejando en ciertos casos picos más pronunciados que Blaney-Criddle. Al contar con dos series similares se requirió seleccionar la más adecuada para realizar la modelización de recarga, para lo cual se eligió Hargreaves a razón de que proporciona mayor precisión, adaptándose de mejor manera a las condiciones del medio en una escala local en base a lo descrito por (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998) apoyándose también del coeficiente de Samani definido para el área de estudio.
- Al generar la simulación de recarga con series de ETP y valores definidos para tipos de suelo, se reflejó claramente que el intervalo de tiempo define la representatividad y exactitud de la recarga. En el caso de las series diarias proveen al investigador mayor resolución, representando de mejor manera eventos producidos en el periodo de estudio (gota fría, ola de calor, etc.) que influyen en la variación de la recarga, mientras que en las series mensuales la escala de tiempo para el estudio es mayor produciéndose un efecto de agregación que obliga a utilizar parámetros muy forzados, que harían perder su sentido físico. Dicho esto, la mejor opción es realizar la simulación con datos diarios.
- La metodología empleada para calcular la ETP, así como la modelización de recargas de acuíferos es ampliamente difundida a nivel global, destacan las aplicaciones desarrolladas por la Diputación de Alicante debido a que no están restringidas, poseen un manual de usuario que describe de forma clara la ejecución de los procesos y puede ser adaptado al enfoque del investigador, siendo factible emplear estas aplicaciones en otros medios.
- En Ecuador, es viable utilizar el modelo del presente trabajo. Ciertamente las condiciones litológicas y climáticas son distintas, sin embargo, existe seguimiento e información relacionada a acuíferos, lo que facilitaría la obtención y estimación de parámetros necesarios para realizar futuras investigaciones, en coordinación con las

entidades encargadas del manejo de estos datos, como son: el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el Ministerio de Agricultura (MAG), así como el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE).

- Mediante la simulación de cambio climático realizada en relación lo expuesto por el IPCC, se determinó que el aumento de temperatura para 2030 provocaría una reducción en la recarga de 1,27 % es decir un volumen de 0,01 hm³ en la recarga total de 16 años hidrológicos, lo que no supone un impacto importante. Mientras que en el aumento de temperatura junto con una mayor torrencialidad en la precipitación pueden provocar una recarga superior en el acuífero de hasta un 6,32 % en relación a la recarga normal, aportando un volumen de 0,05 hm³ en la recarga total de 16 años hidrológicos. Esta paradoja de que el cambio climático en el Mediterráneo, a pesar del aumento de las temperaturas previsto, pudiera causar un incremento en la recarga de los acuíferos debido a una mayor torrencialidad, será un elemento muy a tener en cuenta de cara a la futura planificación y a la sostenibilidad de los sistemas. Se recomienda complementar y ampliar la presente investigación con más estudios que permitan evaluar con mayor detalle esta cuestión, combinando los modelos de recarga.
- La simulación de cambio climático evidencia posibles afectaciones en la recarga del acuífero de Las Águilas, así como la necesidad de emplear herramientas que permitan realizar una adaptación y transición hacia procesos sostenibles, buscando la explotación adecuada de este recurso. Esta investigación se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible los cuales establecen a través de metas garantizar la disponibilidad del recurso empleando un modelo de gestión con esta visión, así como medidas para combatir el cambio climático y sus efectos.

7. Bibliografía y referencias

- Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático. (diciembre de 2018). *MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO*. Recuperado el 2020 de junio de 25, de MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crops evapotranspiration, Guidelines for computing crop requirements, Irrigations and Drainage. *FAO*, 300. Recuperado el 08 de 2020
- Andreu-Rodes, J. M., López, J. A., Fernández Mejuto, M., García Sánchez, E., Zeramardini, A., Moutahir, H., & Bellot Abad, J. (febrero de 2019). *Congreso Nacional del Agua Orihuela*. (J. M. Moreno, Editor) Recuperado el 17 de mayo de 2020, de Congreso Nacional del Agua Orihuela: https://congresonacionaldelaguaorihuela.es/doc/Libro_congreso_nacional_agua_2019.pdf
- Ayuntamiento de Alicante. (junio de 2005). *Ayuntamiento de Alicante*. Recuperado el 20 de abril de 2020, de Ayuntamiento de Alicante: <https://www.alicante.es/sites/default/files/documentos/contenidos/plan-emergencias-frente-sequia-ciudad-alicante/plan-emergencia-frente-sequias-ciudad-alicante.pdf>
- Bosch, A. P. (2014). *Google Books*. (U. d. Almería, Editor) Recuperado el 23 de julio de 2020, de Google Books: [https://books.google.de/books?id=CSZCAwAAQBAJ&pg=PA104&dq=evapotranspiraci%C3%B3n+potencial+\(ETP\)&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjv2c-6tuPqAhVC6qQKH-WBIEQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=evapotranspiraci%C3%B3n%20potencial%20\(ETP\)&f=false](https://books.google.de/books?id=CSZCAwAAQBAJ&pg=PA104&dq=evapotranspiraci%C3%B3n+potencial+(ETP)&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjv2c-6tuPqAhVC6qQKH-WBIEQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=evapotranspiraci%C3%B3n%20potencial%20(ETP)&f=false)

- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas -CEDEX. (s.f.). *Hispagua Sistema Español de Información sobre el Agua*. Recuperado el 2020 de julio de 8, de Hispagua Sistema Español de Información sobre el Agua: <http://hispagua.cedex.es/datos/hidrogeologia>
- Colmet-Daage, A., Sánchez-Gómez, E., Ricci, S., Llovel, C., Estupiñá, V. B., Quintana-Seguí, P., . . . Servat, E. (25 de enero de 2018). Evaluation of uncertainties in mean and extreme precipitation under climate change for northwestern Mediterranean watersheds from high-resolution Med and Euro-CORDEX ensembles. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 673-687. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <https://hess.copernicus.org/articles/22/673/2018/>
- Conselleria de Infraestructuras,Territorio y Medio Ambiente. (3 de febrero de 2012). *Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural,Emergencia Climática y Transición Ecológica-GENERALITAT VALENCIANA*. Recuperado el 2020 de 07 de junio, de Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural,Emergencia Climática y Transición Ecológica-GENERALITAT VALENCIANA: <http://www.agroambient.gva.es/documents/92720197/93837475/Acuerdo+Decl+Monforte/f7931997-4e67-4f7c-bc54-d3591552660b?version=1.0>
- Custodio, & Llamas. (1983). *Comisión Nacional de Riego Chile*. Recuperado el 2020 de 08 de 27, de <https://www.cnr.gob.cl/agricultores/infraestructura/infraestructura/acuiferos/>
- Diputación de Alicante. (23 de febrero de 2015). Manual del Usuario Tratamiento y gestión de series temporales hidrológicas(TRASERO) 2.0. *Manual del Usuario Tratamiento y gestión de series temporales hidrológicas(TRASERO) 2.0*. España. Recuperado el 13 de abril de 2020
- DPA. (17 de octubre de 2012). Manual del usuario Recarga natural a los acuíferos (RENATA). *Manual del usuario Recarga natural a los acuíferos*. España. Recuperado el 02 de mayo de 2020
- DPA. (17 de octubre de 2012). Manual del usuario Recarga natural a los acuíferos (RENATA). *Manual del usuario Recarga natural a los acuíferos*. España: Diputación de Alicante. Recuperado el 02 de mayo de 2020

- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Recuperado el 2020 de junio de 17, de ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>)
- FAO. (2006). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN* (FAO. Recuperado el 2020 de junio de 17, de ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>)
- IPCC. (junio de 2008). *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)*. Recuperado el 2020 de junio de 27, de Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC): <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/climate-change-water-sp.pdf>
- IPCC. (2013). *IPCC*. (S. Planton, Editor) Recuperado el 08 de julio de 2020, de IPCC: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- IPCC. (agosto de 2019). *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)*. Recuperado el junio de 2020, de Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC): <https://www.ipcc.ch/srccl/>
- IPCC. (2020). *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado el 16 de mayo de 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf
- Leboeuf, P. A. (2002). *Google Books*. (A. C. Ferro, Editor) Recuperado el 2020 de julio de 24, de Google Books: <https://books.google.de/books?id=d7fVNgxSkykC&pg=PA47&dq=ETR+y+lluvia+%C3%BAtil&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwioueW2uXqAhVR2aQKHRSqBbkQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=lluvia%20%C3%BAtil&f=false>
- Llasat-Botija, M. d. (2020). *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. (M. I. López-Ortiz, & J. Melgarejo, Edits.)

España. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/109017>

MINISTERIO DE DERECHOS SOCIALES Y AGENDA 2030. (s.f.). *MINISTERIO DE DERECHOS SOCIALES Y AGENDA 2030*. Recuperado el 2020 de mayo de 6, de <https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/home.htm>

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (s.f.). *MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO*. Recuperado el 18 de junio de 2020, de MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/Cclimatico/informe_ipcc.aspx

MITECO Ministerio de Medio Ambiente-España. (4 de diciembre de 1998). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Recuperado el 08 de julio de 2020, de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/libro-blanco-del-agua/>

Naciones Unidas. (2014). *Naciones Unidas*. Recuperado el 8 de julio de 2020, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>

Oliveira M.J., C. C. (26 de 05 de 2017). *Portal de Periódicos Electronicos em Geociencias*. Recuperado el 09 de 07 de 2020, de Portal de Periódicos Electronicos em Geociencias: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/13185/12776>

ONU. (2015). *Organización de las Naciones Unidas*. Recuperado el 2020 de abril de 23, de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

ONU. (2019). *Organización de Las Naciones Unidas*. Recuperado el 2020 de abril de 23, de Organización de Las Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (2006). *FAO*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de FAO: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 2020 de mayo de 19, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background.html>

Rodríguez, J. L., Guerrero, C. C., & Suarez, M. C. (2016). *Google Books*. (P. S.A., Editor) Recuperado el 24 de julio de 2020, de Google Books: https://books.google.de/books?id=xm_lCwAAQBAJ&pg=PA27&dq=La+evapotranspiraci%C3%B3n+real&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjPou_21OXqAhVBzqQKHXKCAM4Q6wEwA3oECAMQAQ#v=onepage&q=lluvia%20%C3%BAtil%20&f=false

Taylor, R. G., Todd, M. C., Kongola, L., Maurice, L., Nahozya, E., Sanga, H., & MacDonald, A. M. (2013). Evidence of the dependence of groundwater resources on extreme rainfall in East Africa. *Nature Climate Change*, 3, 374-378. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <https://www.nature.com/articles/nclimate1731/>

Thomas, B. F., Behrangi, A., & Famiglietti, J. S. (08 de marzo de 2016). Precipitation Intensity Effects on Groundwater Recharge in the Southwestern United States. (M. Koch, & T. M. Missimer, Edits.) *Water (Switzerland)*, 8, 17. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/3/90/htm>

8. Anexos

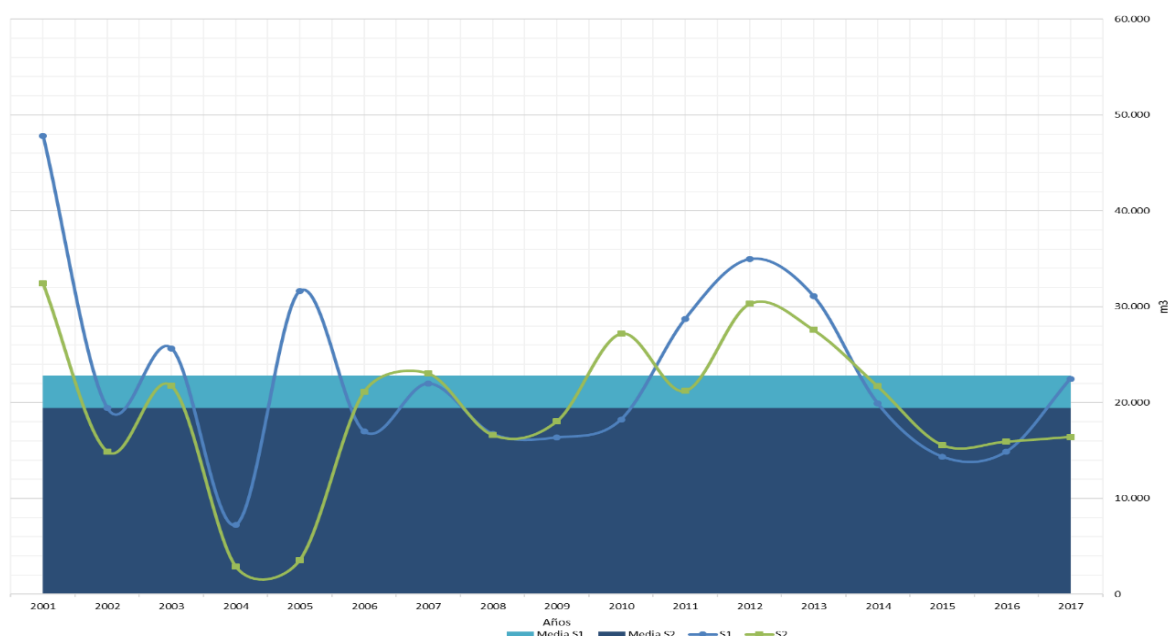
Anexo No 1. Valores orientativos del parámetro P_0 (mm) en función de algunas características del terreno y del uso.

Uso de la tierra	Pendiente %	Características Hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	≥ 3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	< 3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	≥ 3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	< 3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	≥ 3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	< 3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥ 3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
		R/N	47	25	16	13
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	---	33	18	13
		Muy buena	---	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	---	35	17	10
		Buena	---	---	22	14
		Muy buena	---	---	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	---	34	19	14
		Buena	---	42	22	15
	< 3	Pobre	---	34	19	14
		Media	---	42	22	15
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc)		Buena	---	50	25	16
		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	---	34	22	16
		Espesa	---	47	31	23
Rocas permeables*	≥ 3			3		
	< 3			5		
Rocas impermeables	≥ 3			2		
	< 3			4		

**En rocas carbonatadas cársticas, debido a su mayor permeabilidad, deben ser elegidos valores en el intervalo $P_0 = [25,60]$. Los valores de P_0 muy altos se han sustituido por ---. Las zonas abancaladas se incluyen entre aquellas con pendiente $< 3\%$. (1) R cuando las labores de cultivo en la dirección de la máxima pendiente o a media ladera y N cuando se realizan siguiendo las curvas de nivel. (2) A cuando el agua se infiltra rápidamente, B con capacidad de infiltración moderada, C la infiltración es lenta y D la infiltración es muy lenta.

Fuente: Modificado de (José R. Témez) por (DPA, 2012)

Anexo No 2. Explotación de Sondeos S1 y S2



Águilas 1-Sondeo 1																	
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	2.962	2.230	1.973	578	514	2.088	1.431	1.170	1.290	1.984	1.782	2.794	2.688	2.364	1.367	1.290	852
Febrero	1.975	4.819	4.159	747	413		1.281	1.005	1.151	1.319	1.804	2.854	2.208	1.982	1.190	1.249	1.171
Marzo	5.863	4.931	4.302	283	524	859	1.621	1.263	1.173	1.507	2.087	3.243	3.256	1.501	822	1.260	3.180
Abril	6.386	5.127	3.772		451	1.448	1.121	1.400	1.242	1.496	1.856	3.101	2.635	365	1.054	1.275	1.744
Mayo	7.263	562	4.069	1.480	672	1.441	1.440	1.396	1.387	1.165	1.881	3.161	2.439	712	1.245	1.277	1.843
Junio	4.079	73	4.340	2.058	3.691	1.515	3.223	1.230	1.326	1.443	2.105	3.205	2.219	2.023	1.198	1.260	1.866
Julio	659		1.551	511	5.243	2.529	2.746	1.527	1.352	1.902	1.878	3.258	2.442	2.180	1.300	1.233	1.968
Agosto	2.760	494	1.428	37	5.299	1.459	3.734	2.097	1.512	1.584	2.868	3.058	2.828	1.673	1.280	1.343	2.564
Septiembre	5.121	292	20		4.765	1.439	1.448	1.730	1.196	1.464	3.017	2.772	2.496	1.714	1.243	973	1.740
Octubre	5.773	506		91	3.470	1.450	1.380	1.380	1.315	1.508	3.081	2.429	2.745	1.893	1.187	1.226	1.730
Noviembre	2.727	143		958	3.307	1.320	1.308	1.193	1.462	1.372	3.045	2.434	2.500	1.715	1.242	1.286	1.882
Diciembre	2.269	254	51	489	3.294	1.430	1.252	1.346	1.948	1.474	3.322	2.648	2.658	1.780	1.241	1.199	1.941
Total	47.837	19.431	25.665	7.232	31.643	16.978	21.985	16.737	16.354	18.218	28.726	34.957	31.114	19.902	14.369	14.871	22.481
Águilas 2-Sondeo 2																	
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	2.999	1.558	1.219	55	480	918	1.527	618	1.567	2.605	1.450	2.875	2.613	2.411	1.362	1.364	990
Febrero	2.774	3.198	2.435	85	419	2.708	1.446	1.399	1.445	2.307	1.308	1.718	2.230	1.642	1.180	647	1.284
Marzo	4.340	4.779	3.267	124	339	2.160	1.666	1.670	1.276	2.499	959	2.408	1.913	1.186	1.391	1.417	1.827
Abril	4.059	869	3.459	6	310	1.481	1.608	1.484	1.483	2.585	1.798	1.780	2.470	3.666	1.307	1.268	1.441
Mayo	823		3.744	408	326	1.494	1.730	1.469	1.556	2.538	1.245	2.587	2.110	3.168	1.343	1.441	1.238
Junio	3.196		3.070	1.363	891	1.460	1.953	1.629	1.525	2.335	1.440	3.039	2.181	1.365	1.219	1.316	1.430
Julio	4.458	3.336	2.061	30	322	3.167	3.763	1.591	1.422	2.040	1.529	2.461	2.406	1.635	1.396	2.042	1.303
Agosto	1.914		2.405	56	246	2.003	3.419	1.044	1.533	2.275	2.391	2.920	2.371	1.362	1.368	1.278	1.215
Septiembre	1.411	432	36		224	1.446	1.322	1.037	1.886	2.507	2.300	2.716	1.197	954	988	1.331	
Octubre	2.024	231		204	28	1.536	1.116	1.655	984	2.252	2.073	2.809	1.969	1.273	1.323	1.279	1.532
Noviembre	2.510	177		258		1.284	1.431	1.433	2.286	1.890	2.352	2.395	2.055	1.543	1.312	1.567	1.399
Diciembre	1.924	305	65	306		1.487	2.068	1.592	1.736	1.992	2.166	3.000	2.558	1.248	1.428	1.325	1.448
Total	32.432	14.885	21.761	2.895	3.585	21.144	23.049	16.621	18.040	27.204	21.218	30.292	27.592	21.696	15.583	15.932	16.428
Recarga anual	80.269	34.316	47.426	10.127	35.228	38.122	45.034	33.358	34.394	45.422	49.944	65.249	58.706	41.598	29.952	30.803	38.909
Recarga anual media 2001-2018: 42.286 m³																	

Fuente: Elaboración propia

La explotación del acuífero de las Águilas presentó a lo largo de la serie una alta variación, siendo el Sondeo 1 el que mayor aporte de recurso agua generó. A partir de 2012 hasta 2015 se evidencia una gran disminución en el volumen de explotación en el acuífero, mientras que a partir de 2016 el acuífero tiende a una ligera recuperación. El valor de la recarga anual media dentro del periodo de estudio fue de 42.286 m³.

Anexo No 3. Intersecciones simulación de recarga Acuífero de Las Águilas con series diarias

Fecha	Precipitación (hm3)	ETP (hm3)	ETR (hm3)	LLU (hm3)	Infiltración (hm3)
Intersección 1	10/2001	0,020	0,070	0,020	0,000
	11/2001	0,040	0,040	0,030	0,000
	12/2001	0,050	0,030	0,030	0,010
	01/2002	0,010	0,030	0,020	0,000
	02/2002	0,000	0,050	0,000	0,000
	03/2002	0,020	0,070	0,020	0,000
	04/2002	0,030	0,090	0,030	0,000
	05/2002	0,040	0,120	0,040	0,010
	06/2002	0,010	0,140	0,010	0,000
	07/2002	0,000	0,140	0,000	0,000
	08/2002	0,060	0,120	0,030	0,030
	09/2002	0,010	0,100	0,010	0,000
	10/2002	0,010	0,070	0,010	0,000
	11/2002	0,020	0,040	0,020	0,000
	12/2002	0,020	0,030	0,020	0,000
	01/2003	0,010	0,030	0,000	0,000
	02/2003	0,020	0,040	0,020	0,000
	03/2003	0,010	0,070	0,010	0,000
	04/2003	0,020	0,090	0,020	0,000
	05/2003	0,030	0,110	0,030	0,000
	06/2003	0,000	0,140	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,140	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,130	0,000	0,000
	09/2003	0,010	0,090	0,010	0,000
	10/2003	0,050	0,060	0,030	0,000
	11/2003	0,020	0,040	0,040	0,000
	12/2003	0,020	0,030	0,020	0,000
	01/2004	0,000	0,040	0,000	0,000
	02/2004	0,020	0,040	0,010	0,000
	03/2004	0,050	0,060	0,020	0,020
	04/2004	0,050	0,080	0,060	0,000
	05/2004	0,030	0,100	0,040	0,000
	06/2004	0,010	0,140	0,010	0,000
	07/2004	0,000	0,130	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,130	0,000	0,000
	09/2004	0,000	0,090	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,070	0,000	0,000
	11/2004	0,010	0,040	0,010	0,000
	12/2004	0,040	0,030	0,030	0,000
	01/2005	0,000	0,030	0,010	0,000
	02/2005	0,020	0,040	0,020	0,000
	03/2005	0,000	0,060	0,000	0,000
	04/2005	0,020	0,090	0,020	0,000
	05/2005	0,000	0,120	0,000	0,000
	06/2005	0,010	0,130	0,010	0,000
	07/2005	0,000	0,130	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,120	0,000	0,000
	09/2005	0,030	0,090	0,030	0,000
	10/2005	0,000	0,060	0,000	0,000
	11/2005	0,040	0,040	0,020	0,000
	12/2005	0,010	0,030	0,030	0,000
	01/2006	0,040	0,030	0,020	0,000
	02/2006	0,010	0,040	0,030	0,000
	03/2006	0,000	0,070	0,000	0,000
	04/2006	0,030	0,090	0,030	0,000
	05/2006	0,020	0,110	0,010	0,000
	06/2006	0,000	0,130	0,010	0,000
	07/2006	0,000	0,150	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,120	0,000	0,000
	09/2006	0,010	0,090	0,010	0,000
	10/2006	0,000	0,070	0,000	0,000
	11/2006	0,070	0,040	0,030	0,030
	12/2006	0,010	0,030	0,010	0,000
	01/2007	0,030	0,040	0,010	0,000
	02/2007	0,020	0,040	0,040	0,000
	03/2007	0,030	0,070	0,010	0,010
	04/2007	0,060	0,080	0,050	0,020
	05/2007	0,010	0,120	0,010	0,000
	06/2007	0,000	0,130	0,000	0,000
	07/2007	0,000	0,130	0,000	0,000
	08/2007	0,020	0,120	0,020	0,000
	09/2007	0,030	0,080	0,030	0,000
	10/2007	0,080	0,060	0,040	0,030
	11/2007	0,000	0,040	0,000	0,000
	12/2007	0,010	0,030	0,010	0,000
	01/2008	0,000	0,040	0,000	0,000
	02/2008	0,020	0,040	0,020	0,000
	03/2008	0,000	0,070	0,000	0,000
	04/2008	0,000	0,090	0,000	0,000
	05/2008	0,070	0,100	0,060	0,010
	06/2008	0,030	0,120	0,030	0,000
	07/2008	0,010	0,140	0,010	0,000
	08/2008	0,000	0,120	0,000	0,000
	09/2008	0,030	0,090	0,020	0,000
	10/2008	0,020	0,060	0,030	0,000
	11/2008	0,010	0,040	0,010	0,000
	12/2008	0,010	0,030	0,010	0,000
	01/2009	0,010	0,030	0,010	0,000
	02/2009	0,020	0,040	0,020	0,000
	03/2009	0,050	0,070	0,020	0,010
	04/2009	0,030	0,090	0,050	0,000
	05/2009	0,000	0,120	0,000	0,000
	06/2009	0,000	0,140	0,000	0,000
	07/2009	0,010	0,150	0,010	0,000
	08/2009	0,000	0,130	0,000	0,000
	09/2009	0,070	0,090	0,050	0,020
	10/2009	0,010	0,070	0,020	0,000
	11/2009	0,000	0,040	0,000	0,000
	12/2009	0,040	0,030	0,020	0,000
	01/2010	0,040	0,030	0,030	0,010
	02/2010	0,020	0,040	0,030	0,000

Intersección 1	03/2010	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000
	04/2010	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	05/2010	0,050	0,110	0,050	0,000	0,000
	06/2010	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,020	0,130	0,020	0,000	0,000
	09/2010	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	10/2010	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2010	0,030	0,040	0,010	0,000	0,000
	12/2010	0,010	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2011	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	02/2011	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	03/2011	0,050	0,060	0,040	0,010	0,010
	04/2011	0,020	0,090	0,020	0,000	0,000
	05/2011	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	06/2011	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	09/2011	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	10/2011	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2011	0,040	0,040	0,030	0,000	0,000
	12/2011	0,010	0,030	0,020	0,000	0,000
	01/2012	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2012	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	03/2012	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	04/2012	0,030	0,090	0,020	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,040	0,090	0,010	0,020	0,020
	10/2012	0,040	0,070	0,040	0,000	0,000
	11/2012	0,060	0,040	0,040	0,020	0,020
	12/2012	0,010	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2013	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2013	0,060	0,040	0,000	0,030	0,030
	03/2013	0,020	0,060	0,040	0,010	0,010
	04/2013	0,070	0,090	0,030	0,030	0,030
	05/2013	0,010	0,110	0,030	0,000	0,000
	06/2013	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,040	0,120	0,010	0,010	0,010
	09/2013	0,010	0,090	0,020	0,000	0,000
	10/2013	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,020	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2014	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,110	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2014	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000
	10/2014	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	11/2014	0,030	0,040	0,000	0,000	0,000
	12/2014	0,020	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2015	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2015	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	03/2015	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2015	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	05/2015	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	06/2015	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	07/2015	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
	08/2015	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	09/2015	0,040	0,090	0,040	0,000	0,000
	10/2015	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2015	0,040	0,040	0,030	0,010	0,010
	12/2015	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	01/2016	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2016	0,010	0,050	0,010	0,000	0,000
	03/2016	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2016	0,020	0,090	0,020	0,000	0,000
	05/2016	0,010	0,120	0,010	0,000	0,000
	06/2016	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	07/2016	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2016	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2016	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	10/2016	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	11/2016	0,030	0,040	0,010	0,000	0,000
	12/2016	0,030	0,030	0,030	0,020	0,020
	01/2017	0,080	0,030	0,010	0,050	0,050
	02/2017	0,010	0,040	0,030	0,000	0,000
	03/2017	0,110	0,070	0,030	0,080	0,060
	04/2017	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	05/2017	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	06/2017	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2017	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2017	0,040	0,130	0,020	0,000	0,000
	09/2017	0,000	0,100	0,020	0,000	0,000
	10/2017	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2017	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	12/2017	0,000	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2018	0,030	0,040	0,010	0,010	0,010
	02/2018	0,020	0,040	0,030	0,010	0,010
	03/2018	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	04/2018	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	05/2018	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	06/2018	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	07/2018	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2018	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	09/2018	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000

Intersección 2	10/2001	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	11/2001	0,080	0,070	0,060	0,000	0,000
	12/2001	0,090	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2002	0,010	0,060	0,060	0,000	0,000
	02/2002	0,000	0,090	0,010	0,000	0,000
	03/2002	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	04/2002	0,050	0,160	0,050	0,000	0,000
	05/2002	0,080	0,210	0,080	0,000	0,000
	06/2002	0,020	0,250	0,020	0,000	0,000
	07/2002	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	08/2002	0,110	0,220	0,060	0,020	0,020
	09/2002	0,020	0,170	0,050	0,000	0,000
	10/2002	0,010	0,120	0,010	0,000	0,000
	11/2002	0,040	0,070	0,030	0,000	0,000
	12/2002	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000
	01/2003	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2003	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2003	0,010	0,120	0,020	0,000	0,000
	04/2003	0,040	0,160	0,040	0,000	0,000
	05/2003	0,060	0,200	0,060	0,000	0,000
	06/2003	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	09/2003	0,030	0,160	0,020	0,000	0,000
	10/2003	0,090	0,100	0,060	0,000	0,000
	11/2003	0,040	0,070	0,060	0,000	0,000
	12/2003	0,040	0,050	0,040	0,000	0,000
	01/2004	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2004	0,040	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2004	0,090	0,110	0,040	0,000	0,000
	04/2004	0,080	0,150	0,140	0,000	0,000
	05/2004	0,060	0,180	0,070	0,000	0,000
	06/2004	0,010	0,250	0,010	0,000	0,000
	07/2004	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000
	09/2004	0,010	0,160	0,010	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	11/2004	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	12/2004	0,060	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2005	0,000	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2005	0,040	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2005	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	04/2005	0,030	0,160	0,030	0,000	0,000
	05/2005	0,010	0,210	0,010	0,000	0,000
	06/2005	0,020	0,240	0,020	0,000	0,000
	07/2005	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,210	0,000	0,000	0,000
	09/2005	0,050	0,170	0,050	0,000	0,000
	10/2005	0,010	0,110	0,010	0,000	0,000
	11/2005	0,070	0,070	0,040	0,000	0,000
	12/2005	0,030	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2006	0,080	0,050	0,040	0,000	0,000
	02/2006	0,020	0,070	0,050	0,000	0,000
	03/2006	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	04/2006	0,050	0,160	0,050	0,000	0,000
	05/2006	0,040	0,200	0,020	0,000	0,000
	06/2006	0,000	0,230	0,020	0,000	0,000
	07/2006	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,210	0,000	0,000	0,000
	09/2006	0,010	0,160	0,010	0,000	0,000
	10/2006	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	11/2006	0,120	0,070	0,060	0,030	0,030
	12/2006	0,020	0,050	0,040	0,000	0,000
	01/2007	0,060	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2007	0,030	0,070	0,070	0,000	0,000
	03/2007	0,060	0,120	0,020	0,000	0,000
	04/2007	0,100	0,140	0,130	0,020	0,020
	05/2007	0,020	0,220	0,020	0,000	0,000
	06/2007	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000
	07/2007	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2007	0,030	0,210	0,030	0,000	0,000
	09/2007	0,050	0,150	0,050	0,000	0,000
	10/2007	0,150	0,100	0,080	0,030	0,030
	11/2007	0,000	0,070	0,040	0,000	0,000
	12/2007	0,020	0,060	0,010	0,000	0,000
	01/2008	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2008	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2008	0,000	0,130	0,010	0,000	0,000
	04/2008	0,010	0,170	0,010	0,000	0,000
	05/2008	0,120	0,180	0,120	0,000	0,000
	06/2008	0,050	0,220	0,050	0,000	0,000
	07/2008	0,020	0,240	0,020	0,000	0,000
	08/2008	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2008	0,050	0,160	0,030	0,000	0,000
	10/2008	0,030	0,110	0,050	0,000	0,000
	11/2008	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	12/2008	0,010	0,050	0,010	0,000	0,000
	01/2009	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2009	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2009	0,090	0,120	0,030	0,000	0,000
	04/2009	0,050	0,150	0,110	0,000	0,000
	05/2009	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	06/2009	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	07/2009	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	08/2009	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	09/2009	0,130	0,160	0,090	0,010	0,010
	10/2009	0,020	0,120	0,060	0,000	0,000
	11/2009	0,010	0,080	0,000	0,000	0,000
	12/2009	0,070	0,060	0,040	0,000	0,000
	01/2010	0,060	0,050	0,050	0,000	0,000
	02/2010	0,030	0,070	0,070	0,000	0,000
	03/2010	0,050	0,110	0,060	0,000	0,000

Intersección 2	04/2010	0,020	0,160	0,020	0,000	0,000
	05/2010	0,100	0,200	0,100	0,000	0,000
	06/2010	0,060	0,230	0,060	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,030	0,230	0,030	0,000	0,000
	09/2010	0,030	0,170	0,030	0,000	0,000
	10/2010	0,030	0,120	0,030	0,000	0,000
	11/2010	0,050	0,070	0,010	0,000	0,000
	12/2010	0,020	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2011	0,010	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2011	0,020	0,080	0,020	0,000	0,000
	03/2011	0,090	0,110	0,090	0,000	0,000
	04/2011	0,030	0,170	0,030	0,000	0,000
	05/2011	0,030	0,210	0,030	0,000	0,000
	06/2011	0,010	0,220	0,010	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	09/2011	0,010	0,180	0,010	0,000	0,000
	10/2011	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	11/2011	0,080	0,070	0,050	0,000	0,000
	12/2011	0,010	0,060	0,050	0,000	0,000
	01/2012	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2012	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	03/2012	0,040	0,130	0,040	0,000	0,000
	04/2012	0,050	0,160	0,040	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,070	0,170	0,010	0,000	0,000
	10/2012	0,060	0,120	0,100	0,000	0,000
	11/2012	0,110	0,060	0,060	0,000	0,000
	12/2012	0,010	0,060	0,060	0,000	0,000
	01/2013	0,020	0,060	0,040	0,000	0,000
	02/2013	0,100	0,070	0,010	0,020	0,020
	03/2013	0,040	0,120	0,100	0,010	0,010
	04/2013	0,130	0,150	0,040	0,010	0,010
	05/2013	0,020	0,190	0,090	0,000	0,000
	06/2013	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,060	0,220	0,020	0,000	0,000
	09/2013	0,010	0,160	0,050	0,000	0,000
	10/2013	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,030	0,060	0,020	0,000	0,000
	01/2014	0,010	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,180	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,020	0,240	0,020	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,010	0,220	0,010	0,000	0,000
	09/2014	0,040	0,180	0,030	0,000	0,000
	10/2014	0,050	0,130	0,060	0,000	0,000
	11/2014	0,050	0,070	0,010	0,000	0,000
	12/2014	0,030	0,060	0,060	0,000	0,000
	01/2015	0,020	0,070	0,030	0,000	0,000
	02/2015	0,010	0,070	0,020	0,000	0,000
	03/2015	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	04/2015	0,020	0,160	0,020	0,000	0,000
	05/2015	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	06/2015	0,010	0,250	0,010	0,000	0,000
	07/2015	0,000	0,280	0,000	0,000	0,000
	08/2015	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2015	0,070	0,160	0,070	0,000	0,000
	10/2015	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	11/2015	0,070	0,080	0,070	0,000	0,000
	12/2015	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	01/2016	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2016	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	03/2016	0,030	0,120	0,030	0,000	0,000
	04/2016	0,040	0,160	0,040	0,000	0,000
	05/2016	0,020	0,210	0,020	0,000	0,000
	06/2016	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	07/2016	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2016	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2016	0,000	0,180	0,000	0,000	0,000
	10/2016	0,040	0,120	0,040	0,000	0,000
	11/2016	0,050	0,070	0,020	0,000	0,000
	12/2016	0,050	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2017	0,140	0,060	0,050	0,050	0,050
	02/2017	0,020	0,080	0,080	0,000	0,000
	03/2017	0,200	0,130	0,090	0,120	0,090
	04/2017	0,010	0,160	0,010	0,000	0,000
	05/2017	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000
	06/2017	0,000	0,270	0,000	0,000	0,000
	07/2017	0,010	0,270	0,010	0,000	0,000
	08/2017	0,070	0,230	0,040	0,000	0,000
	09/2017	0,000	0,180	0,040	0,000	0,000
	10/2017	0,020	0,130	0,020	0,000	0,000
	11/2017	0,010	0,080	0,000	0,000	0,000
	12/2017	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	01/2018	0,060	0,070	0,020	0,000	0,000
	02/2018	0,040	0,070	0,070	0,000	0,000
	03/2018	0,040	0,120	0,050	0,000	0,000
	04/2018	0,020	0,160	0,020	0,000	0,000
	05/2018	0,010	0,210	0,010	0,000	0,000
	06/2018	0,060	0,240	0,060	0,000	0,000
	07/2018	0,000	0,270	0,000	0,000	0,000
	08/2018	0,050	0,230	0,050	0,000	0,000
	09/2018	0,040	0,170	0,040	0,000	0,000

Intersección 3	10/2001	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2001	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2001	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000
	01/2002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2002	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2002	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	05/2002	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	06/2002	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2002	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2002	0,010	0,030	0,000	0,010	0,000
	09/2002	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2002	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2003	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2003	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2003	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2003	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2003	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2003	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2003	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2003	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	11/2003	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2003	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2004	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2004	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2004	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000
	04/2004	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	05/2004	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	06/2004	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2004	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2004	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2004	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2004	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2005	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2005	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2005	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2005	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2005	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2005	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2005	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2005	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	10/2005	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	11/2005	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2005	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2006	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2006	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2006	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2006	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	05/2006	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2006	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2006	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2006	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
10/2006	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2006	0,020	0,010	0,000	0,010	0,000	
12/2006	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2007	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2007	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	
03/2007	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	
04/2007	0,010	0,020	0,010	0,010	0,000	
05/2007	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2007	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2007	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2007	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2007	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
10/2007	0,020	0,010	0,010	0,010	0,000	
11/2007	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2007	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2008	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2008	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2008	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
04/2008	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2008	0,020	0,020	0,010	0,010	0,000	
06/2008	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	
07/2008	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2008	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2008	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	
10/2008	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
11/2008	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2008	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2009	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2009	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2009	0,010	0,020	0,000	0,010	0,000	
04/2009	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
05/2009	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2009	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2009	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2009	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2009	0,020	0,020	0,010	0,010	0,000	
10/2009	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2009	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2009	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
01/2010	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
02/2010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2010	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	

Intersección 3	04/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2010	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	06/2010	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2010	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000
	01/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2011	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	04/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2011	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2012	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,010	0,020	0,000	0,010	0,000
	10/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	11/2012	0,010	0,010	0,010	0,010	0,000
	12/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2013	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000
	03/2013	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	04/2013	0,020	0,020	0,010	0,010	0,000
	05/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2013	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2013	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2014	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2014	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2014	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	11/2014	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2014	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000
	01/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
04/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2015	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	
08/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2015	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
10/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2015	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	
12/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2016	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2016	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2016	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
04/2016	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
05/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2016	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
10/2016	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2016	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2016	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	
01/2017	0,020	0,010	0,000	0,010	0,000	
02/2017	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2017	0,030	0,020	0,000	0,020	0,000	
04/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2017	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
10/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2017	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2017	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2018	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2018	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2018	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
04/2018	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2018	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2018	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	
07/2018	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	
08/2018	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2018	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	

Fuente: Elaboración propia

Anexo No 4. Intersecciones simulación de recarga Acuífero de Las Águilas con series mensuales

Fecha	Precipitación (hm3)	ETP (hm3)	ETR (hm3)	LLU (hm3)	Infiltración (hm3)
Intersección 1	10/2001	0,000	0,020	0,000	0,000
	11/2001	0,010	0,010	0,010	0,000
	12/2001	0,010	0,010	0,010	0,000
	01/2002	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2002	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2002	0,000	0,020	0,000	0,000
	04/2002	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2002	0,010	0,030	0,010	0,000
	06/2002	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2002	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2002	0,010	0,030	0,010	0,000
	09/2002	0,000	0,020	0,000	0,000
	10/2002	0,000	0,020	0,000	0,000
	11/2002	0,000	0,010	0,000	0,000
	12/2002	0,000	0,010	0,000	0,000
	01/2003	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2003	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2003	0,000	0,020	0,000	0,000
	04/2003	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2003	0,010	0,030	0,010	0,000
	06/2003	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2003	0,000	0,020	0,000	0,000
	10/2003	0,010	0,010	0,010	0,000
	11/2003	0,010	0,010	0,010	0,000
	12/2003	0,010	0,010	0,010	0,000
	01/2004	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2004	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2004	0,010	0,010	0,010	0,000
	04/2004	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2004	0,010	0,020	0,010	0,000
	06/2004	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2004	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2004	0,000	0,020	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,020	0,000	0,000
	11/2004	0,000	0,010	0,000	0,000
	12/2004	0,010	0,010	0,010	0,000
	01/2005	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2005	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2005	0,000	0,020	0,000	0,000
	04/2005	0,000	0,020	0,000	0,000
	05/2005	0,000	0,030	0,000	0,000
	06/2005	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2005	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2005	0,010	0,020	0,010	0,000
	10/2005	0,000	0,010	0,000	0,000
	11/2005	0,010	0,010	0,010	0,000
	12/2005	0,000	0,010	0,000	0,000
	01/2006	0,010	0,010	0,010	0,000
	02/2006	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2006	0,000	0,020	0,000	0,000
	04/2006	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2006	0,010	0,030	0,010	0,000
	06/2006	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2006	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2006	0,000	0,020	0,000	0,000
	10/2006	0,000	0,020	0,000	0,000
	11/2006	0,020	0,010	0,010	0,000
	12/2006	0,000	0,010	0,000	0,000
	01/2007	0,010	0,010	0,010	0,000
	02/2007	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2007	0,010	0,020	0,010	0,000
	04/2007	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2007	0,000	0,030	0,000	0,000
	06/2007	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2007	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2007	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2007	0,010	0,020	0,010	0,000
	10/2007	0,020	0,010	0,010	0,000
	11/2007	0,000	0,010	0,000	0,000
	12/2007	0,000	0,010	0,000	0,000
	01/2008	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2008	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2008	0,000	0,020	0,000	0,000
	04/2008	0,000	0,020	0,000	0,000
	05/2008	0,020	0,020	0,020	0,000
	06/2008	0,010	0,030	0,010	0,000
	07/2008	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2008	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2008	0,010	0,020	0,010	0,000
	10/2008	0,000	0,010	0,000	0,000
	11/2008	0,000	0,010	0,000	0,000
	12/2008	0,000	0,010	0,000	0,000
	01/2009	0,000	0,010	0,000	0,000
	02/2009	0,000	0,010	0,000	0,000
	03/2009	0,010	0,020	0,010	0,000
	04/2009	0,010	0,020	0,010	0,000
	05/2009	0,000	0,030	0,000	0,000
	06/2009	0,000	0,030	0,000	0,000
	07/2009	0,000	0,030	0,000	0,000
	08/2009	0,000	0,030	0,000	0,000
	09/2009	0,020	0,020	0,020	0,000
	10/2009	0,000	0,020	0,000	0,000
	11/2009	0,000	0,010	0,000	0,000
	12/2009	0,010	0,010	0,010	0,000
	01/2010	0,010	0,010	0,010	0,000
	02/2010	0,000	0,010	0,010	0,000

Intersección 1	03/2010	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	04/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2010	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	06/2010	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2010	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2010	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2011	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	04/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2011	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2011	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	04/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	10/2012	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	11/2012	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2013	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	03/2013	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	04/2013	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000
	05/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	09/2013	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	10/2013	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2014	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	09/2014	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	10/2014	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000
	11/2014	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
	12/2014	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	01/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	02/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
03/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
04/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2015	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	
08/2015	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2015	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
10/2015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2015	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
12/2015	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2016	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
02/2016	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
03/2016	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
04/2016	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
05/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
07/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
09/2016	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
10/2016	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
11/2016	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
12/2016	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
01/2017	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010	
02/2017	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	
03/2017	0,030	0,020	0,020	0,010	0,010	
04/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2017	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	
07/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
08/2017	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	
09/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
10/2017	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
11/2017	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
12/2017	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
01/2018	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
02/2018	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	
03/2018	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	
04/2018	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	
05/2018	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	
06/2018	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	
07/2018	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	
08/2018	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	
09/2018	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	

Intersección 2	10/2001	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	11/2001	0,080	0,070	0,070	0,000	0,000
	12/2001	0,090	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2002	0,010	0,060	0,060	0,000	0,000
	02/2002	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	03/2002	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	04/2002	0,050	0,170	0,050	0,000	0,000
	05/2002	0,080	0,220	0,080	0,000	0,000
	06/2002	0,020	0,260	0,020	0,000	0,000
	07/2002	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	08/2002	0,110	0,220	0,110	0,000	0,000
	09/2002	0,020	0,170	0,020	0,000	0,000
	10/2002	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	11/2002	0,040	0,080	0,040	0,000	0,000
	12/2002	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000
	01/2003	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2003	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	03/2003	0,010	0,120	0,010	0,000	0,000
	04/2003	0,040	0,170	0,040	0,000	0,000
	05/2003	0,060	0,200	0,060	0,000	0,000
	06/2003	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	09/2003	0,030	0,160	0,030	0,000	0,000
	10/2003	0,090	0,100	0,090	0,000	0,000
	11/2003	0,040	0,070	0,040	0,000	0,000
	12/2003	0,040	0,050	0,040	0,000	0,000
	01/2004	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2004	0,040	0,080	0,040	0,000	0,000
	03/2004	0,090	0,110	0,090	0,000	0,000
	04/2004	0,080	0,150	0,080	0,000	0,000
	05/2004	0,060	0,180	0,060	0,000	0,000
	06/2004	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	07/2004	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000
	09/2004	0,010	0,170	0,010	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	11/2004	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	12/2004	0,060	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2005	0,000	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2005	0,040	0,080	0,040	0,000	0,000
	03/2005	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	04/2005	0,030	0,160	0,030	0,000	0,000
	05/2005	0,010	0,220	0,010	0,000	0,000
	06/2005	0,020	0,250	0,020	0,000	0,000
	07/2005	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,210	0,000	0,000	0,000
	09/2005	0,050	0,170	0,050	0,000	0,000
	10/2005	0,010	0,110	0,010	0,000	0,000
	11/2005	0,070	0,070	0,070	0,000	0,000
	12/2005	0,030	0,050	0,030	0,000	0,000
	01/2006	0,080	0,050	0,050	0,000	0,000
	02/2006	0,020	0,080	0,050	0,000	0,000
	03/2006	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	04/2006	0,050	0,170	0,050	0,000	0,000
	05/2006	0,040	0,210	0,040	0,000	0,000
	06/2006	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	07/2006	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000
	09/2006	0,010	0,160	0,010	0,000	0,000
	10/2006	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	11/2006	0,120	0,070	0,070	0,000	0,000
	12/2006	0,020	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2007	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
	02/2007	0,030	0,080	0,030	0,000	0,000
	03/2007	0,060	0,120	0,060	0,000	0,000
	04/2007	0,100	0,140	0,100	0,000	0,000
	05/2007	0,020	0,220	0,020	0,000	0,000
	06/2007	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	07/2007	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2007	0,030	0,210	0,030	0,000	0,000
	09/2007	0,050	0,150	0,050	0,000	0,000
	10/2007	0,150	0,100	0,100	0,000	0,000
	11/2007	0,000	0,080	0,050	0,000	0,000
	12/2007	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	01/2008	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2008	0,030	0,080	0,030	0,000	0,000
	03/2008	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	04/2008	0,010	0,180	0,010	0,000	0,000
	05/2008	0,120	0,180	0,120	0,000	0,000
	06/2008	0,050	0,220	0,050	0,000	0,000
	07/2008	0,020	0,240	0,020	0,000	0,000
	08/2008	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2008	0,050	0,160	0,050	0,000	0,000
	10/2008	0,030	0,110	0,030	0,000	0,000
	11/2008	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	12/2008	0,010	0,050	0,010	0,000	0,000
	01/2009	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2009	0,030	0,080	0,030	0,000	0,000
	03/2009	0,090	0,120	0,090	0,000	0,000
	04/2009	0,050	0,160	0,050	0,000	0,000
	05/2009	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	06/2009	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	07/2009	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	08/2009	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	09/2009	0,130	0,160	0,130	0,000	0,000
	10/2009	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	11/2009	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	12/2009	0,070	0,060	0,060	0,000	0,000
	01/2010	0,060	0,050	0,050	0,000	0,000
	02/2010	0,030	0,080	0,060	0,000	0,000
	03/2010	0,050	0,110	0,050	0,000	0,000

Intersección 2	04/2010	0,020	0,170	0,020	0,000	0,000
	05/2010	0,100	0,200	0,100	0,000	0,000
	06/2010	0,060	0,240	0,060	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,030	0,230	0,030	0,000	0,000
	09/2010	0,030	0,170	0,030	0,000	0,000
	10/2010	0,030	0,120	0,030	0,000	0,000
	11/2010	0,050	0,070	0,050	0,000	0,000
	12/2010	0,020	0,050	0,020	0,000	0,000
	01/2011	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2011	0,020	0,090	0,020	0,000	0,000
	03/2011	0,090	0,110	0,090	0,000	0,000
	04/2011	0,030	0,180	0,030	0,000	0,000
	05/2011	0,030	0,210	0,030	0,000	0,000
	06/2011	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,010	0,230	0,010	0,000	0,000
	09/2011	0,010	0,180	0,010	0,000	0,000
	10/2011	0,020	0,130	0,020	0,000	0,000
	11/2011	0,080	0,070	0,070	0,000	0,000
	12/2011	0,010	0,060	0,020	0,000	0,000
	01/2012	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2012	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	03/2012	0,040	0,130	0,040	0,000	0,000
	04/2012	0,050	0,170	0,050	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,070	0,170	0,070	0,000	0,000
	10/2012	0,060	0,120	0,060	0,000	0,000
	11/2012	0,110	0,070	0,070	0,000	0,000
	12/2012	0,010	0,060	0,060	0,000	0,000
	01/2013	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	02/2013	0,100	0,080	0,080	0,000	0,000
	03/2013	0,040	0,120	0,070	0,000	0,000
	04/2013	0,130	0,160	0,130	0,000	0,000
	05/2013	0,020	0,200	0,020	0,000	0,000
	06/2013	0,010	0,240	0,010	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,060	0,220	0,060	0,000	0,000
	09/2013	0,010	0,160	0,010	0,000	0,000
	10/2013	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000
	01/2014	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,090	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,190	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,020	0,250	0,020	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,010	0,220	0,010	0,000	0,000
	09/2014	0,040	0,180	0,040	0,000	0,000
	10/2014	0,050	0,130	0,050	0,000	0,000
	11/2014	0,050	0,070	0,050	0,000	0,000
	12/2014	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000
	01/2015	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	02/2015	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	03/2015	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	04/2015	0,020	0,170	0,020	0,000	0,000
	05/2015	0,010	0,240	0,010	0,000	0,000
	06/2015	0,010	0,260	0,010	0,000	0,000
	07/2015	0,000	0,280	0,000	0,000	0,000
	08/2015	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2015	0,070	0,160	0,070	0,000	0,000
	10/2015	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	11/2015	0,070	0,080	0,070	0,000	0,000
	12/2015	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	01/2016	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	02/2016	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	03/2016	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	04/2016	0,040	0,170	0,040	0,000	0,000
	05/2016	0,020	0,210	0,020	0,000	0,000
	06/2016	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	07/2016	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
	08/2016	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
	09/2016	0,000	0,180	0,000	0,000	0,000
	10/2016	0,040	0,120	0,040	0,000	0,000
	11/2016	0,050	0,080	0,050	0,000	0,000
	12/2016	0,050	0,050	0,050	0,000	0,000
	01/2017	0,140	0,060	0,060	0,000	0,000
	02/2017	0,020	0,080	0,080	0,000	0,000
	03/2017	0,200	0,130	0,130	0,010	0,010
	04/2017	0,010	0,170	0,090	0,000	0,000
	05/2017	0,000	0,240	0,000	0,000	0,000
	06/2017	0,000	0,280	0,000	0,000	0,000
	07/2017	0,010	0,270	0,010	0,000	0,000
	08/2017	0,070	0,230	0,070	0,000	0,000
	09/2017	0,000	0,180	0,000	0,000	0,000
	10/2017	0,020	0,130	0,020	0,000	0,000
	11/2017	0,010	0,080	0,010	0,000	0,000
	12/2017	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000
	01/2018	0,060	0,070	0,060	0,000	0,000
	02/2018	0,040	0,080	0,040	0,000	0,000
	03/2018	0,040	0,120	0,040	0,000	0,000
	04/2018	0,020	0,170	0,020	0,000	0,000
	05/2018	0,010	0,210	0,010	0,000	0,000
	06/2018	0,060	0,240	0,060	0,000	0,000
	07/2018	0,000	0,270	0,000	0,000	0,000
	08/2018	0,050	0,230	0,050	0,000	0,000
	09/2018	0,040	0,170	0,030	0,000	0,000

Intersección 3	10/2001	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	11/2001	0,040	0,040	0,040	0,000	0,000
	12/2001	0,050	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2002	0,010	0,030	0,030	0,000	0,000
	02/2002	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000
	03/2002	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	04/2002	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	05/2002	0,040	0,120	0,040	0,000	0,000
	06/2002	0,010	0,140	0,010	0,000	0,000
	07/2002	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2002	0,060	0,120	0,060	0,000	0,000
	09/2002	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	10/2002	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2002	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	12/2002	0,020	0,030	0,020	0,000	0,000
	01/2003	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	02/2003	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	03/2003	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2003	0,020	0,090	0,020	0,000	0,000
	05/2003	0,030	0,110	0,030	0,000	0,000
	06/2003	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2003	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2003	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	09/2003	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	10/2003	0,050	0,060	0,050	0,000	0,000
	11/2003	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	12/2003	0,020	0,030	0,020	0,000	0,000
	01/2004	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	02/2004	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	03/2004	0,050	0,060	0,050	0,000	0,000
	04/2004	0,050	0,090	0,050	0,000	0,000
	05/2004	0,030	0,100	0,030	0,000	0,000
	06/2004	0,010	0,140	0,010	0,000	0,000
	07/2004	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	08/2004	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	09/2004	0,000	0,090	0,000	0,000	0,000
	10/2004	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	11/2004	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	12/2004	0,040	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2005	0,000	0,030	0,010	0,000	0,000
	02/2005	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	03/2005	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	04/2005	0,020	0,090	0,020	0,000	0,000
	05/2005	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	06/2005	0,010	0,140	0,010	0,000	0,000
	07/2005	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	08/2005	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2005	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	10/2005	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000
	11/2005	0,040	0,040	0,040	0,000	0,000
	12/2005	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2006	0,040	0,030	0,030	0,000	0,000
	02/2006	0,010	0,040	0,030	0,000	0,000
	03/2006	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	04/2006	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	05/2006	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	06/2006	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2006	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2006	0,000	0,110	0,000	0,000	0,000
	09/2006	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	10/2006	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	11/2006	0,070	0,040	0,040	0,000	0,000
	12/2006	0,010	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2007	0,030	0,040	0,030	0,000	0,000
	02/2007	0,020	0,050	0,020	0,000	0,000
	03/2007	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	04/2007	0,060	0,080	0,060	0,000	0,000
	05/2007	0,010	0,120	0,010	0,000	0,000
	06/2007	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2007	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	08/2007	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	09/2007	0,030	0,080	0,030	0,000	0,000
	10/2007	0,080	0,060	0,060	0,000	0,000
	11/2007	0,000	0,040	0,020	0,000	0,000
	12/2007	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2008	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	02/2008	0,020	0,050	0,020	0,000	0,000
	03/2008	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000
	04/2008	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	05/2008	0,070	0,100	0,070	0,000	0,000
	06/2008	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	07/2008	0,010	0,140	0,010	0,000	0,000
	08/2008	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2008	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	10/2008	0,020	0,060	0,020	0,000	0,000
	11/2008	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	12/2008	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2009	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	02/2009	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	03/2009	0,050	0,070	0,050	0,000	0,000
	04/2009	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	05/2009	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	06/2009	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2009	0,010	0,150	0,010	0,000	0,000
	08/2009	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	09/2009	0,070	0,090	0,070	0,000	0,000
	10/2009	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2009	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	12/2009	0,040	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2010	0,040	0,030	0,030	0,000	0,000
	02/2010	0,020	0,040	0,030	0,000	0,000
	03/2010	0,030	0,060	0,030	0,000	0,000

Intersección 3	04/2010	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	05/2010	0,050	0,110	0,050	0,000	0,000
	06/2010	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	07/2010	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2010	0,020	0,130	0,020	0,000	0,000
	09/2010	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	10/2010	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2010	0,030	0,040	0,030	0,000	0,000
	12/2010	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2011	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	02/2011	0,010	0,050	0,010	0,000	0,000
	03/2011	0,050	0,060	0,050	0,000	0,000
	04/2011	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000
	05/2011	0,020	0,120	0,020	0,000	0,000
	06/2011	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2011	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2011	0,010	0,130	0,010	0,000	0,000
	09/2011	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	10/2011	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2011	0,040	0,040	0,040	0,000	0,000
	12/2011	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000
	01/2012	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2012	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000
	03/2012	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	04/2012	0,030	0,090	0,030	0,000	0,000
	05/2012	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	06/2012	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2012	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2012	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	09/2012	0,040	0,090	0,040	0,000	0,000
	10/2012	0,040	0,070	0,040	0,000	0,000
	11/2012	0,060	0,040	0,040	0,000	0,000
	12/2012	0,010	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2013	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2013	0,060	0,050	0,050	0,000	0,000
	03/2013	0,020	0,070	0,040	0,000	0,000
	04/2013	0,070	0,090	0,070	0,000	0,000
	05/2013	0,010	0,110	0,010	0,000	0,000
	06/2013	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	07/2013	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2013	0,040	0,120	0,040	0,000	0,000
	09/2013	0,010	0,090	0,010	0,000	0,000
	10/2013	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000
	11/2013	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	12/2013	0,020	0,030	0,020	0,000	0,000
	01/2014	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2014	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000
	03/2014	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2014	0,000	0,110	0,000	0,000	0,000
	05/2014	0,000	0,110	0,000	0,000	0,000
	06/2014	0,010	0,140	0,010	0,000	0,000
	07/2014	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2014	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2014	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000
	10/2014	0,030	0,070	0,030	0,000	0,000
	11/2014	0,030	0,040	0,030	0,000	0,000
	12/2014	0,020	0,030	0,020	0,000	0,000
	01/2015	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2015	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	03/2015	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2015	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	05/2015	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	06/2015	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2015	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
	08/2015	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2015	0,040	0,090	0,040	0,000	0,000
	10/2015	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2015	0,040	0,050	0,040	0,000	0,000
	12/2015	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000
	01/2016	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000
	02/2016	0,010	0,050	0,010	0,000	0,000
	03/2016	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	04/2016	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000
	05/2016	0,010	0,120	0,010	0,000	0,000
	06/2016	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	07/2016	0,000	0,140	0,000	0,000	0,000
	08/2016	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	09/2016	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	10/2016	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	11/2016	0,030	0,040	0,030	0,000	0,000
	12/2016	0,030	0,030	0,030	0,000	0,000
	01/2017	0,080	0,030	0,030	0,020	0,020
	02/2017	0,010	0,050	0,040	0,000	0,000
	03/2017	0,110	0,070	0,070	0,020	0,020
	04/2017	0,010	0,090	0,030	0,000	0,000
	05/2017	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
	06/2017	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	07/2017	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2017	0,040	0,130	0,040	0,000	0,000
	09/2017	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	10/2017	0,010	0,070	0,010	0,000	0,000
	11/2017	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000
	12/2017	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
	01/2018	0,030	0,040	0,030	0,000	0,000
	02/2018	0,020	0,040	0,020	0,000	0,000
	03/2018	0,020	0,070	0,020	0,000	0,000
	04/2018	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000
	05/2018	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
	06/2018	0,030	0,140	0,030	0,000	0,000
	07/2018	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
	08/2018	0,030	0,130	0,030	0,000	0,000
	09/2018	0,020	0,100	0,020	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia